



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES
Y REDES

IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA
ELECTRÓNICO MEDIANTE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA
PARA SUPERVISIÓN Y DETECCIÓN DE INUNDACIONES

Trabajo de titulación previa obtención del título de:

INGENIERO ELECTRÓNICO TELECOMUNICACIONES Y
REDES

AUTORES: PROAÑO VALLEJO JESSICA VIRGINIA
SUAREZ CHANCHAY MARIO VLADIMIR
TUTOR: ING. MARCO VINICIO RAMOS VALENCIA MGs.

RIOBAMBA – ECUADOR

2016

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA TELECOMUNICACIONES Y
REDES**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que el proyecto técnico: IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA ELECTRÓNICO MEDIANTE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA PARA SUPERVISIÓN Y DETECCIÓN DE INUNDACIONES, de responsabilidad de la señorita Jessica Virginia Proaño Vallejo y el señor Mario Vladimir Suarez Chanchay, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Washington Luna DECANO FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA	_____	_____
Ing. Franklin Moreno DIRECTOR DE ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES Y REDES	_____	_____
Ing. Vinicio Ramos Valencia MGs. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	_____	_____
Ing. José Guerra. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	_____	_____

NOTA: _____

Nosotros, **Jessica Virginia Proaño Vallejo** y **Mario Vladimir Suarez Chanchay**, somos los responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este trabajo de titulación y el patrimonio intelectual de la misma pertenecen a la **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**.

Jessica Virginia Proaño Vallejo

Mario Vladimir Suarez Chanchay

DEDICATORIA

El presente trabajo dedico a Dios por sus bendiciones a lo largo de este camino, por la fortaleza, sabiduría, paciencia y sobre todo por la salud durante mi carrera y permitirme culminar de la mejor manera la misma.

A mis padres Susana, Milton y a mi hermano Javier quienes me brindaron su apoyo incondicional en todos los aspectos y principalmente en mi formación como persona, que de una u otra forma me han acompañado en estos años de preparación para poder llegar a esta instancia de mis estudios.

A Eliza y Mario que han sido parte de mi vida profesional llenado mi vida con su amistad, consejos, apoyo, ánimo, compañía, por todo lo que me han brindado y tantas cosas compartidas e inolvidables. De manera especial a mi hija: Melany por ser la razón de mi vida y la inspiración para superar cualquier barrera que se oponga en mi camino porque todos mis éxitos siempre serán dedicados a ti.

Jessica

A Dios, por brindarme la sabiduría, paciencia e inteligencia a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos difíciles y por brindarme una vida llena de alegría y muchas bendiciones

María y Félix mis adorados padres por apoyarme en cada momento, por otorgarme la oportunidad de estudiar esta hermosa carrera. Sobre todo por brindarme todo su amor y comprensión y ser ejemplos de perseverancia. A mis hermanos por apoyarme en aquellos momentos de necesidad. A Wilmer por ser ejemplo de estudio. Edison y Luis por llenar mi vida de alegrías cuando más lo he necesitado. Los amo.

A mis mejores amigas Jessica y Elisa por haber hecho de mi etapa universitaria un camino lleno de vivencias y locuras que nunca olvidare, por apoyarme en las buenas y en la malas, por ser una parte importante en mi vida, sobre todo por su paciencia y darnos la oportunidad de crecer profesionalmente y de aprender cosas nuevas. Las quiero mucho chicas.

A mi tío Edison y a mi abuela Maclovía que han compartido conmigo momentos muy significativos y por estar siempre dispuestos a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

Mario

AGRADECIMIENTO

A mis padres por su apoyo incondicional, siendo un pilar fundamental e indispensable durante mi vida, además que han depositado en mí su confianza sin importar las situaciones, por quienes he logrado terminar con éxito esta meta propuesta.

A mis maestros que con sus conocimientos y experiencias han hecho de mí una mejor persona. De manera muy especial Ing. Vinicio Ramos por su aporte valioso, asesoramiento y ayuda en el desarrollo del proyecto de tesis.

Son varias las personas que han sido parte de mi vida profesional a las que me gustaría agradecerles por todo el apoyo durante todo el tiempo de estudio.

Jessica

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a los docentes de la Facultad de Informática y Electrónica que gracias a su dedicación y esfuerzo en la impartición de conocimientos han contribuido en gran parte a mi formación profesional.

Al GAD de Valle Hermoso y a la comunidad de la parroquia por la apertura en la implementación de este proyecto.

A las personas, compañeros y demás familiares que alguna otra forma me han sabido apoyar en el transcurso de todo este tiempo.

Mario

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN	xv
SUMMARY	xvi
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES.....	1
JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	1
JUSTIFICACIÓN APLICATIVA.....	2
OBJETIVOS:	3
CAPÍTULO I	
1. MARCO TEÓRICO	4
1.1. Situación actual de Santo Domingo De Los Tsáchilas	4
1.2. Estudio de factibilidad	6
1.3. Metodología de la investigación	12
1.4. Gestión de riesgos	12
1.4.1. <i>Reducción</i>	13
1.4.2. <i>Respuesta</i>	13
1.4.3. <i>Alerta Temprana</i>	13
1.5. Principios y responsabilidades para que la alerta temprana sea eficaz.....	13
1.6. Sistema de Alerta Temprana.....	15
1.7. Sistemas de telemetría	16
1.7.1. <i>Estructura de un sistema de telemetría</i>	17
1.8. Tecnologías inalámbricas	17
1.8.1. <i>Telefonía móvil</i>	17
1.8.2. <i>Tecnología WI-FI</i>	18

1.8.3.	<i>Tecnología Zigbee</i>	19
1.8.4.	<i>Tecnología radiofrecuencia</i>	20
1.8.5.	<i>Comparación de las tecnologías inalámbricas</i>	21
1.9.	WEB Hosting	23
1.9.1.	<i>Dominio web</i>	23
CAPÍTULO II		
2.	MARCO METODOLÓGICO	26
2.1.	Requerimientos de <i>hardware</i> del sistema electrónico.....	26
2.2.	Requerimientos de <i>software</i> del sistema electrónico	26
2.3.	Diseño General del Sistema electrónico	26
2.4.	Módulos del sistema	27
2.4.1.	<i>Módulo de supervisión</i>	27
2.4.2.	<i>Módulo central</i>	37
2.5.	Esquema de conexión de los módulos del sistema.....	40
2.5.1.	<i>Módulo de supervisión</i>	41
2.5.2.	<i>Módulo de central</i>	42
2.6.	Herramientas <i>software</i>	43
2.6.1.	<i>Plataforma IDE de Arduino</i>	43
2.6.2.	<i>DreamWeaver</i>	43
2.6.3.	<i>Eshost</i>	44
2.6.4.	<i>G-MoN</i>	46
2.6.5.	<i>Conexión a internet</i>	46
2.7.	<i>Software</i> desarrollado	49
2.7.1.	<i>Módulo de supervisión</i>	51
2.7.2.	<i>Módulo central</i>	52
CAPÍTULO III		
3.	MARCO DE PRUEBAS Y RESULTADOS	54
3.1.	Pruebas de funcionamiento.....	54
3.1.1.	<i>Pruebas en el módulo de supervisión</i>	54
3.2.	Instalación	57
3.2.1.	<i>Análisis de recepción de señal GSM</i>	57
3.2.2.	<i>Ubicación geográfica de los módulos</i>	59
3.2.3.	<i>Instalación módulos</i>	61
3.2.4.	<i>Pruebas de conexión</i>	64

3.2.5.	<i>Pruebas de subida al hosting.....</i>	66
3.2.6.	<i>Pruebas de activación del sistema.....</i>	66
3.3.	Estabilidad del Sistema.....	68
3.4.	Histórico del sistema	70
3.5.	Análisis de Costos	70
CONCLUSIONES		72
RECOMENDACIONES		73
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

GSM:	Global System Mobile
SAT:	Sistema de Alerta Temprana
UMTS:	Sistema universal de telecomunicaciones móviles
CDMA:	Code Division Multiple Access
MINTIC:	Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones
UHF:	Ultra High Frequency
VHF:	Very High Frequency
GPRS:	General Packet Radio Service
PSK:	Pre-Shared Key
QPSK:	Quadrature Phase-Shift Keying
OFDM:	Orthogonal Frequency-Division Multiplexing
WIFI:	Wireless Fidelity
OSI:	Open System Interconnection
Kbps:	Kilobits por segundo
WPAN:	Wireless Personal Area Network
ASK:	Amplitude-shift keying
FSK:	Frequency Shift Keying
OOK:	On- Off keying
VDC:	Voltaje directo continuo
mA:	miliamperios
VCC:	Voltaje de corriente continua
TTL:	Transistor-Transistor Logic

MPa:	Megapascals
PWM:	Pulse-Width Modulation
ICSP:	In-Circuit Serial Programming
USB:	Universal Serial Bus
SGSN:	Serving GPRS Support Node
APN:	Access Point Name
DNS:	Domain Name System
HTTP:	Hypertext Transfer Protocol
FTP:	File Transfer Protocol
AT:	Advanced Technology
VAC:	Voltaje de Corriente Alterna
UART:	Universal Asynchronous Receiver-Transmitter
GND:	Conexión a tierra
IDE:	Integrated Development Environment
CNT:	Corporación Nacional de Telecomunicaciones
LCD:	Liquid Crystal Display
RAM:	Random Access Memory
HTML:	Lenguaje de marcas de hipertexto
PHP:	Hypertext Preprocessor
SGR:	Secretaría de Gestión de Riesgos
GAD:	Gobierno autónomo descentralizado
TIC:	Tecnologías de la Información y la Comunicación

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Cuadro comparativo entre las diferentes tecnologías inalámbricas	21
Tabla 2-1: Valoración de ponderación de tecnologías móviles	22
Tabla 3-1: Ponderación de Tecnologías Móviles	23
Tabla 4-1: Tipos de hosting web	24
Tabla 1-2: Consumo eléctrico del módulo central	35
Tabla 2-2: Consumo eléctrico del módulo de supervisión	35
Tabla 3-2: Conexión sensores módulo de supervisión	41
Tabla 4-2: Conexión del módulo central	42
Tabla 5-2: Configuración de cada Operadora	46
Tabla 6-2: Comandos de conexión a internet	47
Tabla 7-2: Comandos para el servidor	48
Tabla 8-2: Comandos para subir archivos	49
Tabla 9-2: Trama enviada	49
Tabla 1-3: Error absoluto con una distancia de 150 cm	56
Tabla 2-3: Error absoluto con una distancia de 100 cm	57
Tabla 3-3: Error absoluto con una distancia de 50 cm	57
Tabla 4-3: Repetitividad de los sensores en circunstancias normales	68
Tabla 5-3: Repetitividad de los sensores en otras circunstancias	69
Tabla 6-3: Repetitividad de los sensores en circunstancias extremas.	69
Tabla 7-3: Base de datos	70
Tabla 8-3: Costos	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Desbordamiento del Rio Damas- Parroquia Alluriquin	4
Figura 2-1:	Desbordamiento del Rio Pove-Santo Domingo	5
Figura 3-1:	Simulacro de evacuación en Alluriquin	5
Figura 4-1:	Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo	12
Figura 5-1:	Funcionamiento Sistemas de Alerta Temprana.....	16
Figura 6-1:	Diagrama de bloque de un Sistema de Telemetría	16
Figura 1-2:	Diseño General del sistema electrónico	27
Figura 2-2:	Bloques módulo de supervisión	28
Figura 3-2:	Sensor ultrasónico HC-SR04	29
Figura 4-2:	Sensor de nivel de agua K-0135	30
Figura 5-2:	Sensor de flujo de agua YF-S201	31
Figura 6-2:	Arduino UNO	32
Figura 7-2:	Fuente de Alimentación ST-2406-2AQ	33
Figura 8-2:	Batería Seca VIP-412	34
Figura 9-2:	GSM SIM900	36
Figura 10-2:	Jumpers para ubicar al receptor y transmisor.....	37
Figura 11-2:	Bloques módulo central	37
Figura 12-2:	Pantalla LCD	38
Figura 13-2:	Pantalla LCD	39
Figura 14-2:	Mini sirena 110V	39
Figura 15-2:	Página web	40
Figura 16-2:	Conexión del módulo de supervisión	41
Figura 17-2:	Conexión del módulo en módulo central	42
Figura 18-2:	Entorno de programación	43
Figura 19-2:	Entorno de desarrollo.....	43
Figura 20-2:	Ingreso a hosting web	44
Figura 21-2:	Ingreso a hosting web	45
Figura 22-2:	Aplicación G-MoN	46
Figura 23-2:	Diagrama de flujo módulo de supervisión	50
Figura 24-2:	Diagrama de flujo módulo central	51
Figura 25-3:	Página Web.....	53
Figura 1-3:	Pruebas en sensor de nivel de agua K-0135.....	55
Figura 2-3:	Pruebas en sensor ultrasónico.....	56
Figura 3-3:	Análisis en el módulo central.....	58
Figura 4-3:	Análisis en módulo de supervisión	58
Figura 5-3:	Perfil de elevación del SAT	59
Figura 6-3:	Ubicación Geográfica del SAT	59
Figura 7-3:	Ubicación módulo de supervisión con maps.me	60
Figura 8-3:	Ubicación módulo central con maps.me	60
Figura 9-3:	Ubicación de los sensores	61
Figura 10-3:	Módulo de supervisión	61

Figura 11-3: Ubicación módulo de supervisión.....	62
Figura 12-3: Ubicación módulo central.....	62
Figura 13-3: Ubicación del relé en el módulo central.....	63
Figura 14-3: Ubicación del actuador en el módulo central.....	63
Figura 15-3: Ubicación módulo central.....	64
Figura 16- 3: Encendido módulo de supervisión.....	64
Figura 17-3: Envío de datos módulo de supervisión al servidor.....	65
Figura 18-3: Encendido módulo central.....	65
Figura 19-3: Recepción de datos y respuesta del sistema.....	66
Figura 20-3: Archivo de texto recibido por el GSM SIM900.....	66
Figura 21-3: Resultado de activación.....	67
Figura 22-3: Mensaje de Alerta a la comunidad.....	67
Figura 23-3: Mensaje de alerta a supervisor.....	67
Figura 24-3: Resultado de alarma atendida.....	68

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1-1:	Diagrama de encuesta pregunta 1.....	6
Gráfica 2-1:	Diagrama de encuesta pregunta 2.	7
Gráfica 3-1:	Diagrama de encuesta pregunta 3.....	7
Gráfica 4-1:	Diagrama de encuesta pregunta 4.....	8
Gráfica 5- 1:	Diagrama de encuesta pregunta 5.....	8
Gráfica 6-1:	Diagrama de encuesta pregunta 6.	9
Gráfica 7-1:	Diagrama de encuesta pregunta 7.	9
Gráfica 8-1:	Diagrama de encuesta pregunta 8.	10
Gráfica 9-1:	Diagrama de encuesta pregunta 9.	10
Gráfica 10- 1:	Diagrama de encuesta pregunta 10.....	11

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Encuesta

Anexo B: Características sensor ultrasónico HC-SR04

Anexo C: Características sensor de nivel de agua K-0135

Anexo D: Características sensor de flujo de agua YF-S201

Anexo E: Características fuente de alimentación ST-2406-2AQ

Anexo F: Código Módulo de supervisión

Anexo G: Código Módulo Central

RESUMEN

El objetivo fue la implementación de un prototipo de sistema electrónico mediante comunicación inalámbrica para supervisión y detección de inundaciones en la Parroquia de Valle Hermoso, Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, declarada como zona de emergencia en el año 2016, por el alto nivel de lluvias que afectó a la población. Se realizó encuestas a los habitantes de la Parroquia de Valle Hermoso determinándose la vulnerabilidad en la zona, debido a que es atravesada por dos ríos Cristal y Blanco. En el análisis se determinó que la mejor tecnología inalámbrica para el diseño e implementación es el Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (GSM), el sistema de alerta temprana (SAT) se constituyó por un módulo central integrado por una tarjeta electrónica Arduino UNO, GSM SIM900, pantalla LCD para visualizar los valores de crecienta, caudal del río y un módulo de supervisión compuesto por tres sensores: de nivel de agua, ultrasónico y flujo de agua, con la información obtenida se elaboró un histórico, en el diseño se incorporó baterías y un regulador de voltaje para proteger a los módulos. Mediante las pruebas realizadas se determinó la estabilidad del sistema y precisión en los dispositivos usados. Se concluye que el sistema es escalable pues permite la inserción de varios módulos sin alterar la comunicación. Recomendándose para trabajos futuros la inserción de cámaras web para una visualización inmediata cuando suceda el evento.

PALABRAS CLAVES: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA>, <SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA (SAT)>, <SISTEMA GLOBAL PARA LAS COMUNICACIONES MÓVILES (GSM)>, <GESTIÓN DE RIESGO>, <VALLE HERMOSO (PARROQUIA)>, <SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS (PROVINCIA)>.

SUMMARY

The research objective was the implementation of a prototype of electronic system through wireless communication for floods supervision and detection in Valle Hermoso district, Santo Domingo de los Tsáchilas Province, declared like emergency zone in 2016, due to the high level of rains that affected to the population. Surveys to the inhabitants of Valle Hermoso were carried out the same allowed determining the vulnerability in the area, since it is crossed by two rivers Cristal and Blanco. In the analysis was determined that the best wireless technology for the implementation and design is Global System for Mobile Communication (GSM), the early warning system (SAT) was constituted by a central integrated module for an electronic card Arduino UNO, GSM SIM900, LCD screen in order to the display the rising rivers flows and a supervision module composed by three sensors: level of water, ultrasonic and water flow, with the obtained information, was elaborated a historical, in the design batteries and a voltage regulator were incorporated in order to protect the modules. Through the tests performed the system stability and precision in the dispositive used were determined. It is concluded that the system is scalable so it allows the insertion of various modules without to the communication. It is recommended that for future works the insertion of web cams for an immediate display when the event occurs.

KEY WORDS: <TECHNOLOGY AND ENGINEERING SCIENCES>, <ENGINEERING AND ELECTRONIC TECHNOLOGY>, <EARLY WARNING SYSTEM (SAT) >, <GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATION (GSM) >, <RISK MANAGEMENT >, <VALLE HERMOSO (DISTRICT)>, < SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS (PROVINCE) >.

INTRODUCCIÓN

En nuestro entorno se dan varios eventos pueden ser de tipo natural o realizados por el hombre, produciendo pérdidas de vidas humanas así como económicas y materiales desestabilizando al país por recuperaciones posteriores.

El Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (GSM por sus siglas en ingles), posee una cobertura del 96,58% en el territorio ecuatoriano (MINTEL and ARCOTEL, 2014, <http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/12/BOLETIN-No.1-SMA.pdf>), transmite voz y datos a diferentes velocidades, portabilidad y movilidad.

Se crea un sistema electrónico de alerta temprana para disminuir la vulnerabilidad de los habitantes de la Parroquia Valle Hermoso, obtener datos en tiempo real, almacenar información y llevar un control de los sucesos, así como también encender alarmas o sirenas y enviar mensajes cortos de alerta a las personas encargadas del sistema.

ANTECEDENTES

Observando los segmentos de noticias se tiene una connotación de las secuelas que deja un desastre natural. En la actualidad se cuenta con tecnología que intenta dar una alerta de un evento natural ayudando así a las personas a salvaguardar sus vidas.

Las tecnologías de información y las telecomunicaciones son pilares importantes ante la respuesta de un desastre, permitiendo obtener datos en tiempo real acerca del fenómeno para así ponerla a disposición de organizaciones de contingencia.

Ante el avance tecnológico se va disminuyendo la brecha de inseguridad existente en un desastre natural, siendo el tiempo de alerta, ya que el primer paso ante una situación de emergencia y disminución de estragos, es la anticipación a lo que ocurra.

JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Existe un sistema manual para detección y supervisión de inundaciones, mide el nivel del río con una regla y a una altura de 3 metros la persona encargada de la supervisión alertara mediante una llamada.

La presente investigación permitirá la implementación de un prototipo de sistema electrónico de alerta temprana para detección y supervisión de inundaciones, la importancia del presente proyecto tendrá como fin comunicar a los organismos de control y a la comunidad de la existencia de una creciente de río.

La investigación propone el uso de comunicación móvil GSM pues se tiene una mayor cobertura de operación para la escalabilidad del mismo, el aviso se efectuara por medio de mensajes o llamadas. Con la implementación del sistema electrónico se busca reducir la pérdida de vidas humanas, producción agropecuaria, desplazamiento de población, daños de viviendas y minimizar los gastos por parte de las entidades gubernamentales para la reconstrucción del área afectada.

JUSTIFICACIÓN APLICATIVA

La gran ventaja que presenta el sistema propuesto, es que se puede tener una topología de árbol extendido realizada por módulos inalámbricos, repetidoras, además de que tiene una gran adaptabilidad, escalabilidad y la posibilidad de ser configurable, así también permite la generación de base de datos históricas para que a futuro personas especializadas se encarguen del modelamiento matemático.

La implementación del sistema electrónico de detección es accesible, ya que los materiales que se requieren para la construcción, se puede adquirir en el país, sin necesidad de importar algún elemento. Con esto se puede ingresar al mercado con un precio manejable para las comunidades que resulten afectadas o requieran de un sistema de estas características, el trabajo será evaluado y configurado para que opere en Santo Domingo de los Colorados, parroquia de Valle Hermoso.

OBJETIVOS:

Objetivo General

Implementar un prototipo de sistema electrónico mediante comunicación inalámbrica para supervisión y detección de inundaciones.

Objetivos Específicos:

- Estudiar los tipos de comunicación inalámbricas existentes.
- Seleccionar adecuadamente la comunicación entre módulos.
- Diseñar un sistema electrónico, escalable y configurable.
- Comprobar la estabilidad del sistema electrónico en los ambientes de prueba.
- Generar un histórico de la información obtenida para futuros estudios especializados.
- Evaluar el funcionamiento del sistema en Santo Domingo de los Colorados.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se tendrá una visión general de los acontecimientos suscitados en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, competencia de la gestión de riesgos y un análisis de las tecnologías inalámbricas.

1.1. Situación actual de Santo Domingo De Los Tsáchilas

La provincia de Santo Domingo actualmente está declarada como zona de emergencia debido a que ha sido afectado por desbordamientos de ríos, deslizamientos de tierra y por el terremoto que afectó en el mes de abril de 2016.

En lo que corresponde al primer semestre del año 2016, se presentaron dos casos de desbordamiento de ríos que afectaron gravemente a la ciudadanía, como el desbordamiento del río Damas en la parroquia de Alluriquin y el río Pove en el cantón Santo Domingo.

El desbordamiento del río Damas alcanzo una altura de cuatro a seis metros en la parroquia de Alluriquin fue debido a las intensas lluvias presentadas el 26 de Abril de 2016, dejando como resultado ochenta viviendas afectadas, el informe de la Municipalidad de Santo Domingo de los Colorados reporto cuatro personas fallecidas, tres personas desaparecidas y trescientos perjudicados. El nivel de impacto se observa en la Figura 1-1.(Universo, 2016a, <http://www.eluniverso.com/noticias/2016/04/26/nota/5546316/dos-personas-fallecieron-desbordamiento-río-damas-parroquia>)



Figura 1-1: Desbordamiento del Río Damas- Parroquia Alluriquin

Fuente: (Scoopnest 2016)

El desbordamiento del río Pove registrado en el Cantón Santo Domingo de los Colorados no produjo pérdidas humanas pero si materiales. Un informe preliminar de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, en las parroquias urbanas Chigüilpe, Río Toachi y en las cooperativas de viviendas Los Unificados y Las Playas la crecida del río alcanzo una altura de tres metros de altura. En la Figura 2-1 se visualiza la magnitud del desastre.(Universo, 2016b, <http://www.eluniverso.com/noticias/2016/05/08/nota/5570013/intensa-lluvia-provoca-desbordamiento-rio-pove-santo-domingo>)



Figura 2-1: Desbordamiento del Río Pove-Santo Domingo

Fuente: (Comercio 2016)

La prefectura y la municipalidad del cantón en unión con la Secretaria de Gestión de Riesgos realizan simulacros de evacuación de forma periódica cada dos meses ante la posible amenaza de un desbordamiento de río, en la Figura 3-1 se observa un simulacro de evacuación en la Parroquia de Alluriquin.

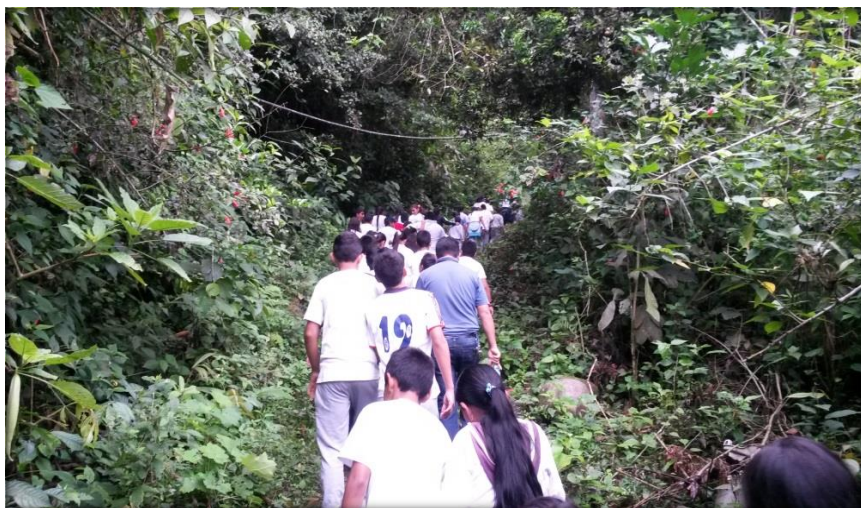


Figura 3-1: Simulacro de evacuación en Alluriquin

Fuente: (Riesgos 2016)

El presidente del Gobierno Autónomo Descentralizado de Valle Hermoso expresa que han sufrido cuatro inundaciones en los años 2010, 2011, 2012 y 2015, dejando pérdidas de 50.000 dólares con un promedio de 10.000 dólares por año.

Por todo lo expuesto se ha ejecutado un estudio de factibilidad debido a que los habitantes de la parroquia habitan en una zona vulnerable.

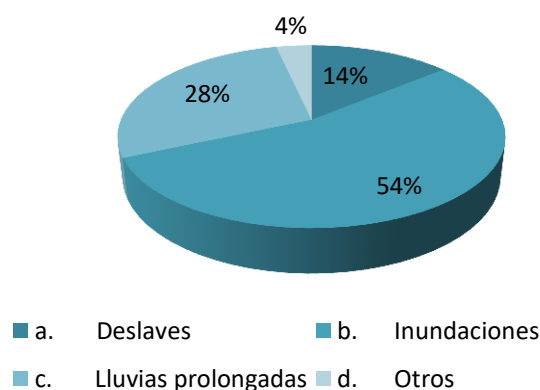
1.2. Estudio de factibilidad

Se efectuó una encuesta de diez preguntas, la población total en la Parroquia Valle Hermoso es de 10 000 habitantes, tomándose una muestra de 370 personas.

Las preguntas y resultados en cada una fueron:

1. PROBLEMAS QUE MÁS LE AFECTAN:

- a. Deslaves
- b. Inundaciones
- c. Lluvias prolongadas
- d. Otros



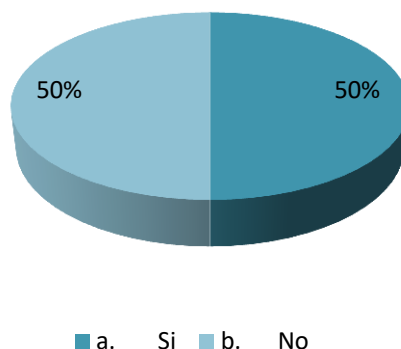
Gráfica 1-1: Diagrama de encuesta pregunta 1.

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

El 54% de los encuestados manifiestan que el mayor problema son las inundaciones y el 4 % indican que son por otros motivos como alcantarillado y adoquinamiento de calles.

2. HA SIDO AFECTADO POR UNA INUNDACIÓN O CRECIENTE DE AGUA EN SU BARRIO:

- a. Si
- b. No



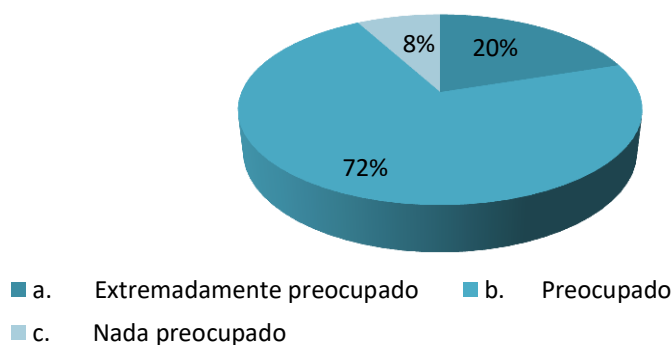
Gráfica 2-1: Diagrama de encuesta pregunta 2.

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

De los encuestados el 50% han sido afectados por una inundación y el otro 50% indicaron que no han sido afectados.

3. QUE TAN PREOCUPADO ESTA USTED SOBRE LA POSIBILIDAD DE QUE LA COMUNIDAD SE VEA AFECTADA POR INUNDACIONES:

- a. Extremadamente preocupado
- b. Preocupado
- c. Nada preocupado



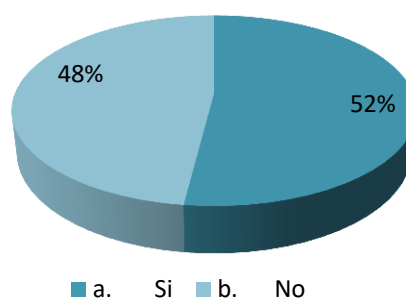
Gráfica 3-1: Diagrama de encuesta pregunta 3.

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

El 72% de los encuestados afirman que se encuentran preocupados pues al darse este evento tienen pérdidas especialmente en sus negocios y el 8% indicaron que no están preocupados porque al transcurso del tiempo se han acostumbrado a convivir con las inundaciones.

4. ESTÁ SU PROPIEDAD UBICADA EN UNA ZONA DE INUNDACIÓN:

- a. Si
- b. No



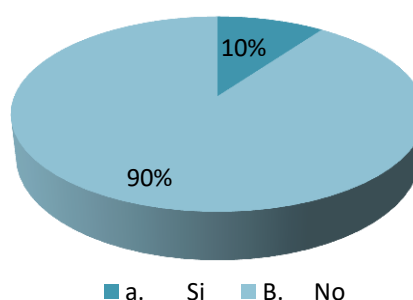
Gráfica 4-1: Diagrama de encuesta pregunta 4.

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

En un 52% los encuestados indican que su propiedad está zona de inundación y el 48% manifestaron que no está su propiedad en zona de peligro.

5. A PERDIDO ALGÚN BIEN O FAMILIAR POR ESTE FENÓMENO NATURAL:

- a. Si ¿Cuantos? _____
- b. No

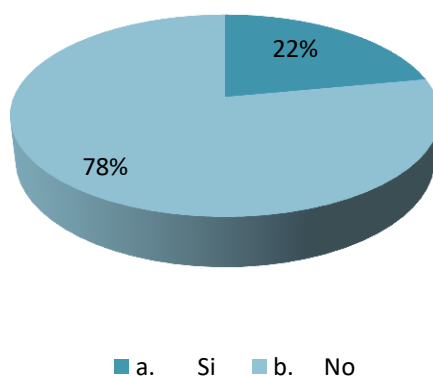


Gráfica 5- 1: Diagrama de encuesta pregunta 5.

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

El 90% de las personas encuestadas no han perdido ningún bien, mucho menos algún familiar y el 10% de las personas si han perdido bienes, enseres y familiares con un total de 4 personas.

6. EN SU HOGAR EXISTEN PERSONAS CON DISCAPACIDAD: SI ____ NO ____
¿Cuántas?_____



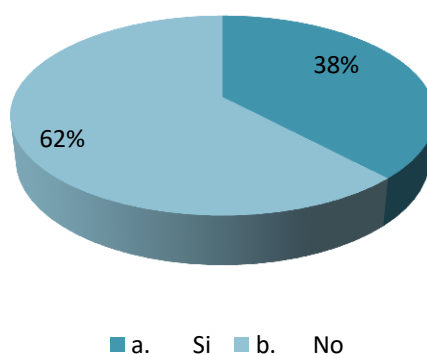
Gráfica 6-1: Diagrama de encuesta pregunta 6.

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

El 78% de los encuestados expresan que en su hogar no tienen personas con discapacidad y el 22% indicaron que en su hogar tienen personas con discapacidad en un total de 89 personas de la muestra tomada.

7. HA REALIZADO SIMULACROS EN CASO DE QUE SE DIERA UNA INUNDACIÓN:

- a. Si
- b. No



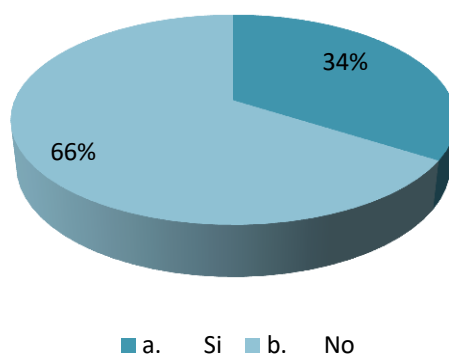
Gráfica 7-1: Diagrama de encuesta pregunta 7.

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

El 62% de las personas encuestadas no han realizado simulacros en caso de darse una inundación y el 38% si han realizado simulacros.

8. EXISTE ALGÚN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA PARA INUNDACIONES:

- a. Si
- b. No



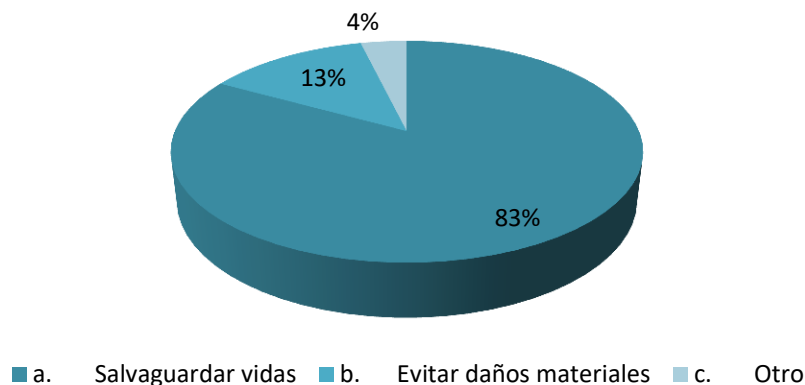
Gráfica 8-1: Diagrama de encuesta pregunta 8.

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

El 66% de personas encuestadas no saben de la existencia de un sistema de alerta temprana y el 34% afirman de la existencia de un sistema de alerta temprana.

9. POR QUÉ CREE QUE ES NECESARIO UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA PARA INUNDACIONES

- a. Salvaguardar vidas
- b. Evitar daños materiales
- c. Otro



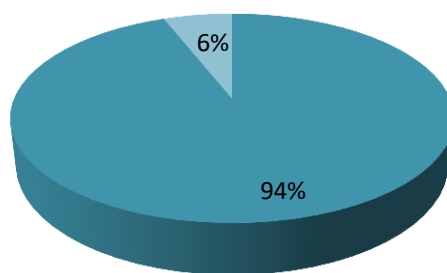
Gráfica 9-1: Diagrama de encuesta pregunta 9.

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

El 83% de los encuestados creen necesario un sistema de alerta temprana para inundaciones para salvaguardar vidas y el 4% indican que es necesario por otros motivos como: protección de cultivos y animales.

10. ESTÁ DE ACUERDO QUE LAS AUTORIDADES PARROQUIALES IMPLEMENTEN UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE ALERTA TEMPRANA PARA INUNDACIONES:

- a. Si
- b. No ¿Por qué? _____



■ a. Si ■ b. No

Gráfica 10- 1: Diagrama de encuesta pregunta 10.

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

De los encuestados el 94% están de acuerdo que las autoridades parroquiales implementen un sistema electrónico de alerta temprana para inundaciones y el 6% no están de acuerdo.

En base a los resultados obtenidos en la encuesta se determina que existe una vulnerabilidad debido a que existe un porcentaje alto de personas con discapacidad, el 52% de la población manifestó que su propiedad se ubica en una zona de inundación, el 94% de los encuestados están de acuerdo que las autoridades parroquiales implementen un sistema electrónico de alerta temprana, en base a esto se comprueba la necesidad de diseñar un sistema electrónico acorde a la siguiente metodología.

1.3. Metodología de la investigación

Con la finalidad de cumplir con los objetivos propuestos, se ha optado por la utilización de tres elementos de metodológicos fundamento teórico, diseño del sistema y desarrollo del código fuente.

El proyecto será evaluado en la parroquia de Valle Hermoso, la cual cuenta con una población de 10 000 habitantes; para la adquisición de los datos se lo realizo mediante encuestas, estas fueron realizadas en el barrio El Rosario el cual fue el más afectado en el último desbordamiento del rio Cristal y a un grupo de expertos en gestión de riesgos.

1.4. Gestión de riesgos

La gestión del riesgo se puede apreciar en la Figura 4-1 y se define como el proceso de identificar, analizar y cuantificar las posibilidades de pérdidas y efectos secundarios que desaten los desastres, las acciones preventivas, correctivas y reductivas correspondientes. El riesgo(Keip et al., 2005, http://eird.org/cd/toolkit08/material/proteccion-infraestructura/gestion_de_riesgo_de_amenaza/?C=N;O=D), se basa en dos variables: la amenaza y la vulnerabilidad.

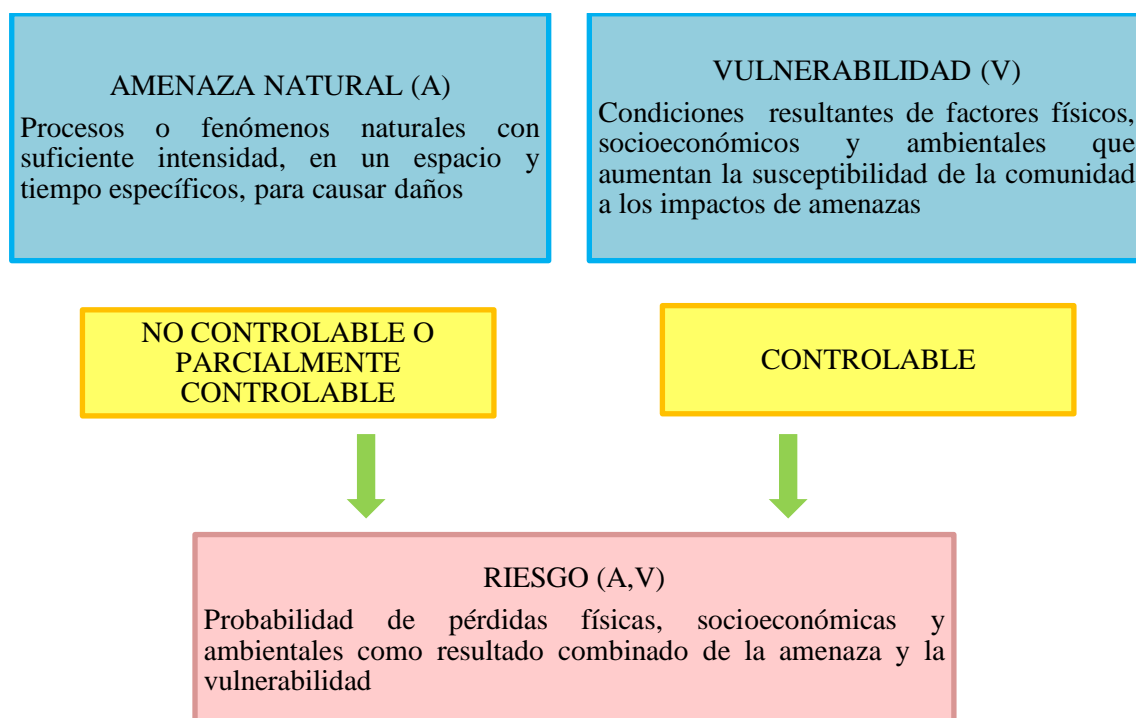


Figura 4-1: Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo

Fuente:(Keip, Mora Castro and Bastidas 2005)

1.4.1. Reducción

Es la fase anterior al desastre, implica actividades que pertenecen a las etapas de: prevención, mitigación, preparación y alerta. (Tacuri Fernández, 2011, <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/957>)

Se requiere:

- Prevenir que ocurra daños en el impacto del desastre
- Mitigar para disminuir el impacto del mismo
- Planificar y organizar las acciones de respuesta
- Alertar la presencia inminente de un peligro

1.4.2. Respuesta

En esta fase se realizan las actividades de respuesta durante el periodo de emergencia o inmediatamente después de sucedido el evento. Estas actividades corresponden a evacuación, asistencia, búsqueda y rescate. En la mayoría de los desastres este periodo pasa muy rápido, exceptuado en algunos casos como la sequía, la hambruna y los conflictos civiles y militares. (Tacuri Fernández, 2011, <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/957>)

1.4.3. Alerta Temprana

El objetivo de la alerta temprana es preservar la vida y los bienes. En consecuencia, son uno de los principales elementos de una táctica de reducción de desastres.

La alerta temprana debe complementarse con servicios profesionales, actividades de capacitación, creación de capacidad y con la asignación de los recursos necesarios para permitir la adopción de medidas oportunas para evitar pérdidas.

Los siguientes componentes de la cadena de alerta temprana:

- Identificación técnica y supervisión de las amenazas;
- Necesidades de comunicación; y
- Respuesta a las alertas. (ONU/EIRD, 2016, <http://eird.org/vivir-con-el-riesgo/capitulos/ch5-section5.pdf>)

1.5. Principios y responsabilidades para que la alerta temprana sea eficaz

La responsabilidad por la eficacia de la alerta temprana comprende lo siguiente:

- Las poblaciones vulnerables deben tener conocimiento de las amenazas y los efectos asociados a los que están expuestas y tener la capacidad de adoptar medidas concretas para minimizar las consecuencias.
- Las comunidades locales deben estar suficientemente familiarizadas con las amenazas a las que puedan exponerse. Los dirigentes comunitarios deben comprender el sentido de las alertas que reciben, a fin de poder aconsejar, instruir o comprometer a la población, de tal manera que aumente su seguridad o se reduzca la posible pérdida de los recursos de que depende la comunidad.
- Los gobiernos nacionales asumen la responsabilidad de preparar y emitir oportuna y eficazmente las alertas de amenaza en el territorio nacional. Deben asegurarse de que las alertas e instructivos de protección sean destinados a las poblaciones más vulnerables al riesgo de amenaza.
Para que la alerta temprana encamine a prácticas de reducción del riesgo, es necesario prestar apoyo a las comunidades locales, a fin de que desarrollen conocimientos y capacidad de respuesta.
- Las instituciones regionales deben conceder conocimiento y asesoramiento especializado para avalar las actividades nacionales orientadas al desarrollo o mantenimiento de capacidades operativas, especialmente en los países que comparten un medio geográfico común.
Las organizaciones regionales cumplen una importante función en la vinculación de la capacidad internacional, con las necesidades específicas de los distintos países y en la facilitación de prácticas de alerta temprana eficaz entre países adyacentes.
- Las entidades internacionales deben suministrar los medios para el intercambio de la información y de conocimientos, siendo la base para la transferencia eficiente de información para el asesoramiento. Deben prestar apoyo técnico, material e institucional para el desarrollo y la capacidad operativa de las instituciones nacionales oficialmente encargadas de la alerta temprana.(ONU/EIRD, 2016, <http://eird.org/vivir-con-el-riesgo/capitulos/ch5-section5.pdf>)

1.6. Sistema de Alerta Temprana

Denominados como SAT, sirven para realizar la supervisión de una amenaza o algún evento natural. Cientos de personas han logrado salvaguardar sus vidas gracias a la implementación de estos sistemas.(Tello, 2011, <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/2659>)

Los sistemas deben ser integrados y relacionar a todos los actores en la fase inicial de la cadena de alerta temprana, incluyendo a la comunidad científica y técnica, a las autoridades públicas y a las comunidades locales, para brindarles una correcta información acerca del funcionamiento y mantenimiento.(intergraphicdesigns, 2016, <http://herramientas.cridlac.org/www/content/implementaci-n-del-sistema-de-alerta-temprana-comunitario>)

Requisitos fundamentales para sistemas de alerta temprana eficaces:

- Responsabilidad política para promover estrategias integrales
- La dimensión humana dentro de la alerta temprana
- El apoyo internacional y regional.
- Capacitaciones oportunas.(ONU/EIRD 2016, <http://eird.org/vivir-con-el-riesgo/capitulos/ch5-section5.pdf>)

El funcionamiento de un sistema de alerta temprana se apoya en los siguientes pasos:

- Lectura y verificación de la medición de los sensores sobre el evento monitoreado
- Transmisión de los datos registrados
- Procesamiento y análisis de los datos transmitidos
- Predicción de la situación; establecimiento del nivel y tipo de alerta
- Difusión del nivel de alerta; activación de un plan de emergencias o evacuación. (DE PROYECTO and RICA 1999, <https://www.cne.go.cr/CEDO-CRID/CEDO-CRID%20v2.0/CEDO/pdf/spa/doc12117/doc12117-d.pdf>).

En la Figura 5-1 se muestra el funcionamiento de estos sistemas.

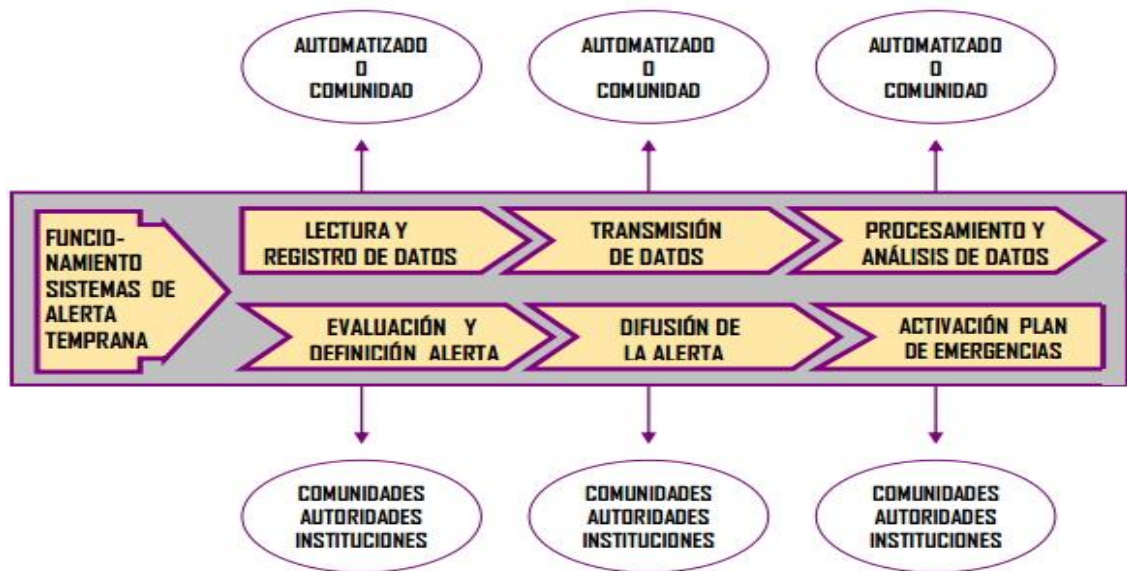


Figura 5-1: Funcionamiento Sistemas de Alerta Temprana

Fuente: (UNESCO 2011)

1.7. Sistemas de telemetría

Se deriva del griego “*Tele*” que significa remoto y “*Metro*” que significa medida. El principal objetivo de un sistema de telemetría es recoger datos captados desde un lugar remoto y que puedan ser transmitidos a un módulo central donde puedan ser evaluados. En la Figura 6-1 se muestra el diagrama de bloques de un sistema de telemetría el mismo que consta de un bloque de sensores, la información tomada se procesa, envía, recepta y visualiza, en el transcurso de esto se puede incorporar el error por la comunicación utilizada. (Tello, 2011, <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/2659>)

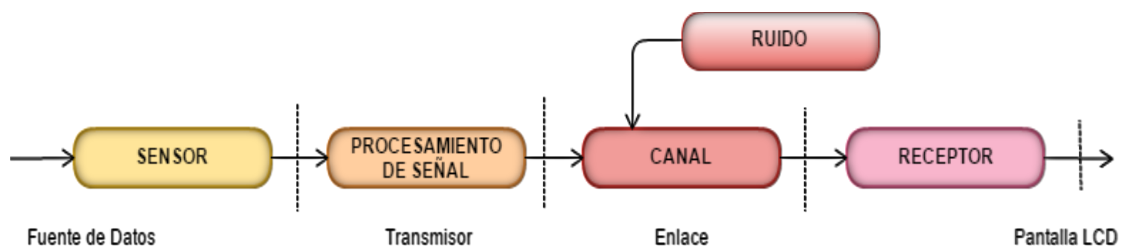


Figura 6-1: Diagrama de bloque de un Sistema de Telemetría

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

1.7.1. Estructura de un sistema de telemetría

La estructura general de un sistema telemétrico se compone de la siguiente manera: (Tello, 2011, <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/2659>)

1. Sistema de recolección de datos
2. Sistema de multiplexado
 - a. Sistema de multiplexado por división de frecuencias
 - b. Sistema de multiplexado por división de tiempo
 - c. Sistema híbrido, el cual es la mezcla de los dos anteriores.
3. Modulador, transmisor y antena
4. Canal de comunicación.
5. Antena, receptor de radio frecuencia, amplificador de frecuencia intermedia, demodulador.
6. Demultiplexador, sistema de multiplexado por división de tiempo o multiplexado por división de frecuencia o sistema híbrido.
7. Procesamiento de datos.

1.8. Tecnologías inalámbricas

Son las que usan como canal de comunicación un medio no guiado, usados para transmitir información a distancias largas con un bajo porcentaje en pérdida de datos.

1.8.1. Telefonía móvil

Las siglas GSM vienen de las palabras anglosajonas Global System for Mobile Communications. Como su propio nombre indica, el GSM no es más que un estándar de comunicación para la telefonía móvil, implementado mediante la combinación de satélites y antenas terrestres. A los móviles que usan la tecnología GSM también se les conoce por móviles 2g o de segunda generación. (Glisic, 2011, <http://site.ebrary.com/lib/unianec/docDetail.action?docID=10484710>)

El GSM permitía una velocidad de descarga de datos de 100 kbps, se desconectaba al perder la cobertura, tarifa por segundos y no por volumen de datos, características muy insuficientes para las aplicaciones demandadas por el público, como el streaming de audio y video, la visualización de contenidos web o videoconferencias. (Tacuri Fernández, 2011, <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/957>)

Ventajas

- Gran nivel de cobertura
- Movilidad de identidad
- Servicio de mensajes de textos de 126 caracteres
- Cifrado de la información
- Conexiones libres de estática
- Simplificación de los equipos de radiofrecuencia
- Mayor portabilidad
- Transmisión de voz y datos a diferentes velocidades.(Bolívar, 2016, http://www.oocities.org/es/jjcaicedop/rc/RC_GSM_TrabajoFinal.htm#III.)

Desventajas

- Reducido ancho de banda
- Produce interferencia electrónica
- La frecuencia de radio de GSM 900MHz, está saturada en varios países, para poder hacer uso de la red GSM 1800 es necesario tener un teléfono Dual Band que conmute automáticamente para el GSM900 o para el GSM1800 según la disponibilidad del sitio.
- En la primera y segunda generación el ancho de banda no es suficiente para una conexión eficiente a Internet.
- El sistema GSM, ha demostrado tener menor capacidad, calidad de sonido y de transmisión de datos que CDMA.(Bolívar, 2016, http://www.oocities.org/es/jjcaicedop/rc/RC_GSM_TrabajoFinal.htm#III.)

1.8.2. Tecnología WI-FI

En sus inicios la tecnología se diseñó para la interconectividad entre redes locales inalámbricas, actualmente el principal uso es para el acceso a internet. En redes de área local alcanza tasas de transmisión de hasta 54 kbps en un canal de 20 Mhz en la banda de 2,4 Ghz, trabajando con modulaciones PSK, QPSK y OFDM. (Glisic, 2011, <http://site.ebrary.com/lib/unianec/docDetail.action?docID=10484710>)

En una red inalámbrica cada módulo posee un adaptador inalámbrico, los cuales envían y reciben datos a través de ondas de radio por medio de un comunicador portátil (walkie-tokie).

La velocidad de transmisión de datos es de 11 Mbps con un alcance máximo de 100 a 150 metros.(Tranter, 2000, <http://site.ebrary.com/lib/unianec/docDetail.action?docID=10048372>)

Ventajas

- Conectividad inalámbrica.
- Elección de entre varias señales libres o con seguridad.
- Facilidad de instalación
- Escalabilidad
- Flexibilidad

Desventajas

- Velocidad lenta en comparación con la de un cable
- Falla en la conexión
- Esta tecnología no es compatible con bluetooth, GPRS, UMTS y otros
- Facilidad en la vulnerabilidad de la seguridad
- La recepción de la señal posee una distancia limitada.(Prasad and Ruggieri, 2003, <http://site.ebrary.com/lib/unianec/docDetail.action?docID=10081943>)

1.8.3. Tecnología Zigbee

Es usado para aplicaciones domóticas y de automatización, donde la capacidad de transferencia de la información es mínima, además el costo y consumo de energía juegan un papel fundamental. Posee una arquitectura basada en el modelo OSI, esperando que llegue aplicarse en el campo de las industrias, periféricos de PC, componentes electrónicos, sistemas de control automático y medicina.

En si esta tecnología se utiliza para controlar la calefacción, iluminación y sistema de seguridad de cualquier edificio inteligente, soportando tres tipos de topologías de red: estrella, malla y de árbol; establece mecanismos de autenticación, encriptación, asociación y diversas aplicaciones llegando alcanzar una distancia máxima de 100 metros.(Glisic, 2011, <http://site.ebrary.com/lib/unianec/docDetail.action?docID=10484710>)

Ventajas

- Idóneo para conexiones punto a punto y punto a multipunto
- Reduce tiempos de espera en el envío y recepción de paquetes
- Capacidad para 65000 módulos en una red.
- Optimiza el uso de la batería.

Desventajas

- Tasa de transferencia baja
- No es compatible con bluetooth
- Menor cobertura ya que pertenece a las redes WPAN
- Manipula textos pequeños en comparación a otras tecnologías.(Glisic, 2011, <http://site.ebrary.com/lib/unianec/docDetail.action?docID=10484710>)

1.8.4. *Tecnología radiofrecuencia*

Es un tipo de comunicación multifuncional puede usarse en aplicaciones como detectar objetos, personas, animales o vehículos, comunicación de corto y medio alcance, adaptable a varios medios, económico; posee una limitante en la transmisión de mensajes pues la duración de enganche es pequeña dando una trasmisión discontinua. (Tacuri Fernández, 2011, <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/957>)

Posee una tasa de transmisión muy baja, el área de cobertura es muy limitada, trabaja en un rango de frecuencias de 3 Hz a 300 GHz, con canales de 1GHz y 2.4 GHz y modulaciones ASK, OOK, FSK, PSK.

- A pesar de que puede ser utilizado en todos los medios se tiene varios conflictos por ejemplo las señales de radio sufren atenuación debido a la distancia de recorrido, la ubicación del receptor y emisor, lo cual constituye un papel fundamental para la comunicación ya que si no están colocados en línea de vista no se logra la transmisión de datos. (Prasad and Ruggieri, 2003, <http://site.ebrary.com/lib/unianec/docDetail.action?docID=10081943>)

Ventajas

- Uso de frecuencias bajas
- Se puede usar en emisiones de radio y en telefonía celular

Desventajas

- Interferencia co-canal
- Problemas en la recepción. (Prasad and Ruggieri, 2003, <http://site.ebrary.com/lib/unianec/docDetail.action?docID=10081943>)

1.8.5. Comparación de las tecnologías inalámbricas

Una vez analizado cada una de las tecnologías se realizó una comparativa para determinar la tecnología más idónea para el sistema electrónico de alerta temprana, en la tabla 1-1 se presenta la comparación en donde se analiza radiofrecuencia, GSM, zigbee y wifi, destacándose que la comunicación ideal para el sistema es la GSM.

Tabla 1-1: Cuadro comparativo entre las diferentes tecnologías inalámbricas

Evento	Sistema Radiofrecuencia	Sistema GSM	Sistema Zigbee	Sistema WiFi
Transmisión	Inalámbrico	Inalámbrico	Inalámbrico	Inalámbrico
Frecuencias	Asignadas por MINTIN locales, en UHF o VHF	Asignadas por el MINTIC nacionales, en cuatribanda y 4G	Usa bandas libres	Usa bandas libres
Cobertura	Local	Territorio nacional	Local	Local
Repetidoras	Si se les cae una repetidora quedan fuera de cobertura un sector importante	Posibilita múltiples enlaces simultáneos y si se cae uno lo soporta cualquiera	Si se les cae una repetidora quedan fuera de cobertura un sector importante	Si se les cae una repetidora quedan fuera de cobertura un sector importante
Comunicación	Unidireccional	Bidireccional	Unidireccional	Bidireccional
Programación	No permite programar los paneles de alarma remotamente	Permite programar los paneles remotamente.	Permite programar los paneles remotamente	Permite programar los paneles remotamente
Interacción	No permite prendidos o apagados remotos de	Permite prender y apagar	Permite prender y apagar remotamente su	No permite prendidos o

	su alarma desde su celular	remotamente su sistema de alarma desde su celular	sistema de alarma desde su celular	apagados remotos de su alarma desde su celular
Costo	Bajo	Medio	Bajo	Alto
Versatilidad	Estos sistemas vía radio no son compatibles con otras centrales de supervisión	Estos sistemas son compatibles con cualquier central de supervisión	No son compatibles con cualquier central de supervisión	No son compatibles con cualquier central de supervisión
Telemetría	No	Realiza aplicaciones remotas como prendido o apagado de luces	Realiza aplicaciones remotas como seria prendido o apagado de luces	Realiza aplicaciones remotas como seria prendido o apagado de luces

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

Se evaluarán las tecnologías acorde a una escala Likert, tal como se indica en la tabla 2-1.

Tabla 2-1: Valoración de ponderación de tecnologías móviles

1	2	3	4	5
0	25%	50%	75%	100%
Nada adecuado	Inadecuado	Poco inadecuado	Adecuado	Muy adecuado

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

Al realizar la valoración de las tecnologías móviles se determinó la mejor, se calculó la ponderación con la fórmula 1:

$$P = \frac{(\sum_1^5 V_i * 100\%)}{(T_i)} \quad (1)$$

Siendo la ponderación igual a la sumatoria de la puntuación de cada valor de incidencia en cada tecnología multiplicado por el cien por ciento dividido para el total de incidencias.

Las características evaluadas son transmisión, cobertura entre otros, en la Tabla 3-1 se observa la valoración de las tecnologías, el resultado obtenido determina que GSM con el 86% de ponderación es la idónea pese a que el costo es poco inadecuado.

Tabla 3-1: Ponderación de Tecnologías Móviles

Evento	Sistema Radiofrecuencia	Sistema GSM	Sistema Zigbee	Sistema WiFi
Transmisión	5	5	5	5
Frecuencias	2	2	4	4
Cobertura	3	5	3	3
Repetidoras	2	5	2	2
Comunicación	3	4	4	4
Programación	2	4	4	4
Interacción	2	5	5	2
Costo	5	3	5	4
Versatilidad	2	5	2	2
Telemetría	1	5	5	5
TOTAL DE INCIDENCIA	27	43	39	35
PONDERACIÓN	54%	86%	78%	70%

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

1.9. WEB Hosting

Es un servicio que permite almacenar información y tener acceso a la misma mediante el internet, se adquiere con una licencia de paga o gratuita. En este espacio es donde se suben archivos, páginas y multimedia para ser mostradas en línea. Los hosting web por lo general ofrecen un panel de control que permiten administrar el espacio web.

1.9.1. Dominio web

Es el nombre único asignado a una página web, es la manera más sencilla y accesible de navegación a internet, la diferencia de manejar con direcciones IP es que son más complicadas al ser un conjunto de números para un sitio.

El dominio funciona de la mano de los Servidores DNS que están encargados de traducir internamente el nombre a una dirección IP, el proceso es transparente ya que no necesita de la intervención del usuario.

Para obtener un dominio se debe recurrir a las páginas web que ofrecen el servicio de Hosting, ellos vienen incluidos con un buscador de dominios que facilita comprobar si

el nombre está disponible y las respectivas extensiones com, net, co, entre otras. (RUBEN A., 2014, <http://computerhoy.com/noticias/internet/que-es-que-sirve-dominio-tu-pagina-web-22007>)

Para contratar un Hosting Web existen 2 modelos: de Paga, tiene un costo con la ventaja de disponer un control total de lo que se agrega o elimina. También se dispone de herramientas y programas para la gestión del sitio web con el servicio de copias de seguridad de datos.

El gratuito en cambio no tiene ningún costo con la ventaja que permite a los usuarios experimentar el uso de una página web, pero con recursos limitados y restringidos. (RUBEN A., 2014, <http://computerhoy.com/noticias/internet/que-es-que-sirve-dominio-tu-pagina-web-22007>)

Ventajas

- Fácil de recordar pues se lo personaliza el nombre acorde a lo que se requiere
- Independiente
- Ahorra tiempo y dinero al momento de querer contactar a alguien
- Fácil de utilizar y crear el contenido
- Costos no son elevados

Desventajas

- Almacenamiento de datos limitado
- Colapso
- Pérdida de información

En el internet existen sitios web como se muestra en la tabla 4-1, que ofrecen Hosting de pago y gratuito.

Tabla 4-1: Tipos de hosting web

GRATUITO				PAGO	
Sitio web	Eshost	Hostinger	Eshost	GoDaddy	Hosting de Pago
Dominio	controlado	controlado	libre	libre	Libre
Dirección	http://eshost.com.ar/	http://www.hostinger.es/	http://eshost.com.ar/	https://es.godaddy.com/	https://www.hostingdepago.com/
Espacio de disco duro	1000 MB	2GB	5GB	100GB	5GB

Transferencia mensual	10 GB	100GB	300GB	Ilimitado	Ilimitado
Soporta	FTP, PHP, MySQL, Correo	FTP, PHP, MySQL, Correo	PHP y MySQL	Correo, FTP, MySQL, PHP, Javascript, Apps	Correo, FTP, MySQL, PHP, Javascript, Apps
Publicidad	No	No	No	No	No
Costo mensual	0\$	0\$	2.50\$	1.00\$	3.95\$

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

De los sitios mencionados se decidió escoger el servidor de Eshost al ser gratuito por motivo de costos y por las prestaciones ofrecidas como son compatibilidad con HTML y PHP, que son de gran importancia para tratar los datos a difundir.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se detallara los requerimientos tanto en hardware y software, constitución general del sistema, módulos del sistema, esquemas de conexión y el entorno de desarrollo del código fuente de los bloques de procesamiento de los módulos.

2.1. Requerimientos de *hardware* del sistema electrónico

Para el diseño del sistema se requiere que sea: modular, escalable, económico, flexible, transportable, mantenga comunicación inalámbrica constante, contenga protecciones, instalación sencilla, con sustentabilidad energética, comunicación a largas distancias, fácil mantenimiento y que los elementos utilizados sean fáciles de adquirir en el mercado nacional.

2.2. Requerimientos de *software* del sistema electrónico

Para el desarrollo del software se requiere que sea: código abierto, gratuito, fácil manejo, configurable.

2.3. Diseño General del Sistema electrónico

Una vez analizado los requerimientos se procede hacer el diseño general del sistema electrónico como se muestra en la Figura 1-2.

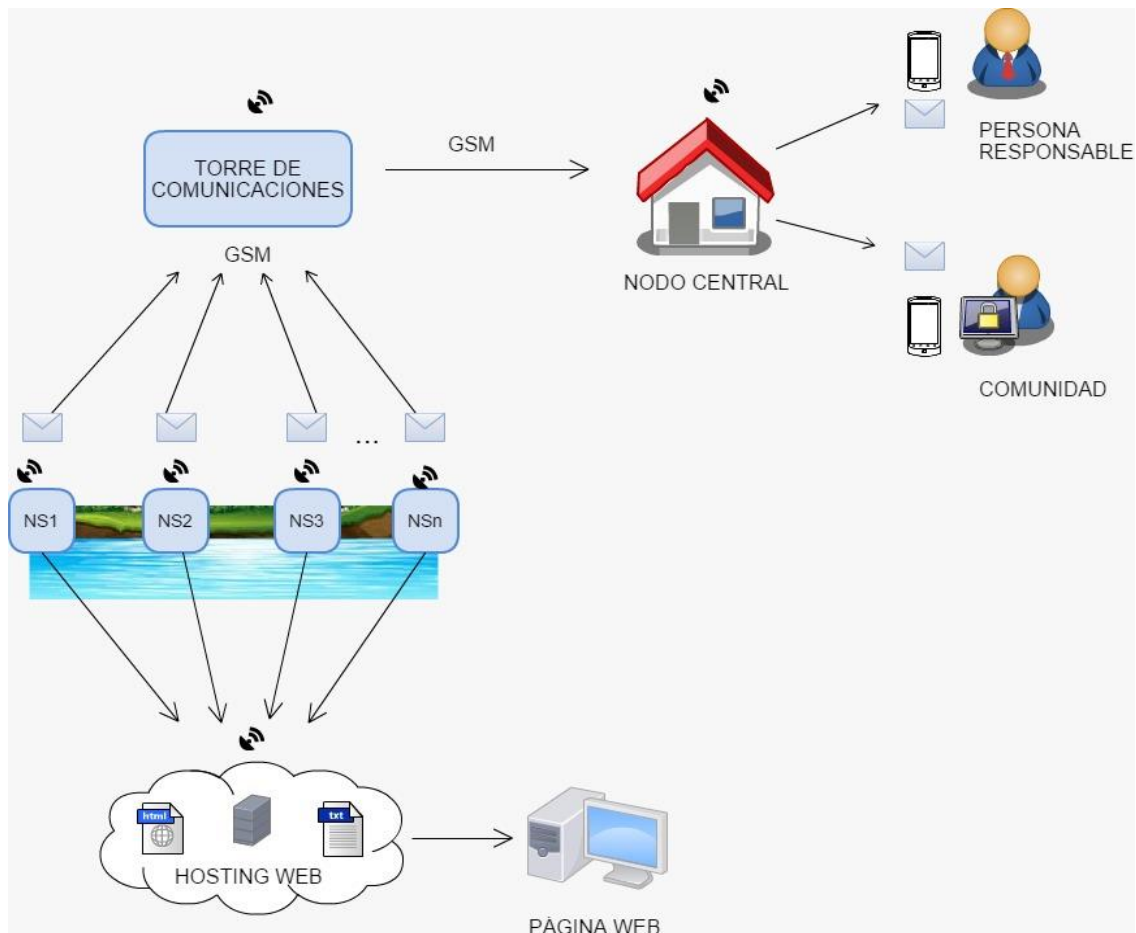


Figura 1-2: Diseño General del sistema electrónico

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

El sistema posee dos módulos: uno de supervisión que está integrado por sensores y es el encargado de subir los datos en el servidor web y transmitirlos por la red celular. Y un módulo central que procesa la información recibida, determina el estado y genera los respectivos mensajes a generar.

2.4. Módulos del sistema

Como se expuso el presentes sistema se compone de dos módulos: supervisión y central cada uno con sus funciones.

2.4.1. Módulo de supervisión

Es el encargado de captar la información y transmitirla al módulo central, en la Figura 2-2 se observa que consta de cinco bloques: bloque de sensores, bloque de procesamiento, bloque de almacenamiento, bloque de visualización y bloque de transmisión.

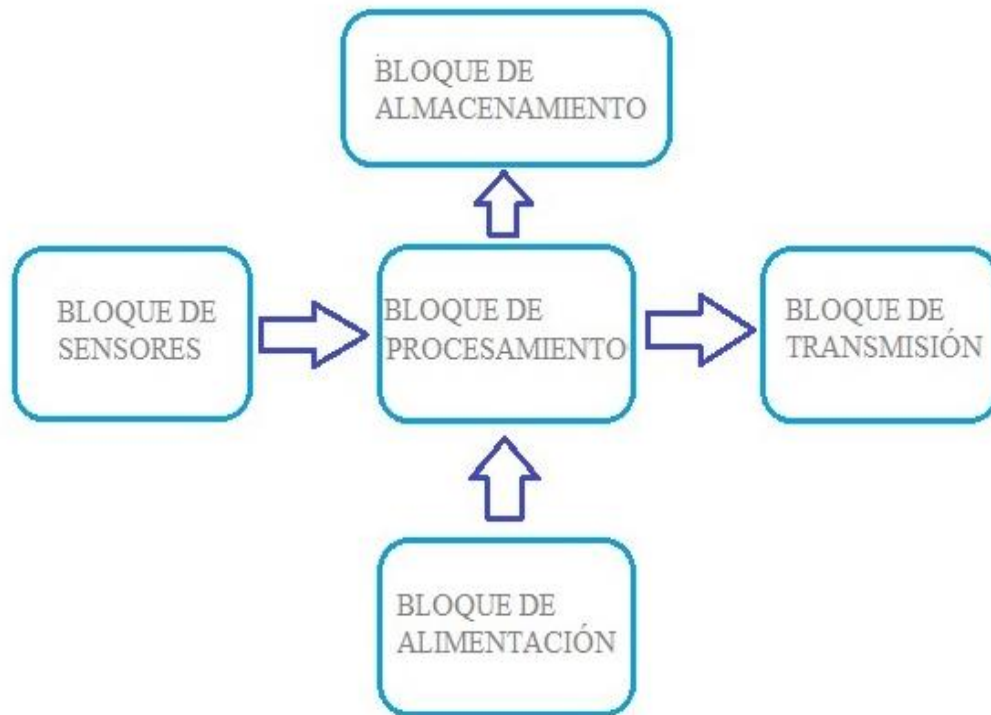


Figura 2-2: Bloques módulo de supervisión

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

El bloque de alimentación se conecta al bloque de procesamiento que recibe la información del bloque de sensores, procesándola, enviándola bloque de almacenamiento y al bloque de transmisión para difundirla.

2.4.1.1. *Bloque de sensores*

Un sensor es un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, la cual se pueda cuantificar y manipular. Consta de tres sensores:

- a) Sensor ultrasónico HC-SR04

Son dispositivos que basan su funcionamiento en la emisión de un pulso ultrasónico, midiendo el tiempo que transcurre entre la transmisión del sonido y la percepción del eco, estableciendo la distancia a la que se encuentra el obstáculo que ha producido la reflexión de la onda, como se observa en la Figura 3-2 y en el Anexo B se detallan sus principales características.

El sensor de ultrasonidos se enmarca dentro de los sensores para medir distancias o superar obstáculos. La propuesta del sensor ultrasónico es para detectar la altura de la creciente obteniendo niveles de bajo, medio y alto.



Figura 3-2: Sensor ultrasónico HC-SR04

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

Sus principales características: (Electronilab, 2016a, <http://electronilab.co/tienda/sensor-de-distancia-de-ultrasonido-hc-sr04/>)

- ✓ Tensión de trabajo: 5 VDC
- ✓ Amperaje: Menor a 2mA
- ✓ Tipo de sensor: salida analógica
- ✓ Rango de medida: 2 hasta 450 cm
- ✓ Terminales: VCC, Trigger, ECHO, GND
- ✓ Precisión: Aproximadamente 3 mm

b) Sensor de nivel de agua K-0135

Esta clase de sensores detectan la presencia de agua por la variación de conductividad del transductor al entrar en contacto con el agua; los cuales cuentan con dos contactos, enlazados a pistas conductoras entrelazadas entre sí a una distancia mínima, sin existir contacto entre estas como se aprecia en la Figura 4-2 y en el Anexo C se detallan sus principales características.

Indica si el sensor está seco, húmedo o completamente sumergido en agua al medir la conductividad. Su elección radica en que su activación es inmediata.



Figura 4-2: Sensor de nivel de agua K-0135

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

Sus principales características: (INTPLUS, 2016, <http://www.superrobotica.com/s320111.htm>)

- ✓ Tensión de trabajo: 3,3 a 5 VDC
- ✓ Amperaje: menor 20mA
- ✓ Voltaje de salida: 0 a 2,3 V
- ✓ Tipo de sensor: salida analógica
- ✓ Terminales: señal, VCC, GND
- ✓ Área de detección: 40 x 16 mm
- ✓ Humedad recomendada: 10% a 90%

c) Sensor de flujo de agua YF-S201

Este sensor consiste en una válvula de cuerpo plástico, un rotor de agua y un sensor de efecto hall, cuando el agua fluye la velocidad del rotor variara en función del fluido de líquido que exista, de esta forma el sensor emite valor correspondiente, como se aprecia en la Figura 5-2 y en el Anexo D se detallan sus principales características.

La elección de este sensor es que gracias a sus características se podrá obtener la velocidad del agua de acuerdo a las condiciones climáticas de la zona de medición, pues el caudal del Rio Cristal en época de invierno es aproximadamente 25 L/min.(Torres, 2016, <http://santodomingodeloscolorados.blogspot.com/2014/02/informacion-general-sobre-el-agua.html>)



Figura 5-2: Sensor de flujo de agua YF-S201

Fuente: (Electronilab 2016b)

Sus principales características: (Electronilab, 2016b, <http://electronilab.co/tienda/sensor-de-flujo-de-agua-g12-1-30lmin/>)

- ✓ Tensión de trabajo: 5 a 18 V DC
- ✓ Amperaje: 15 mA
- ✓ Rango de flujo: 1 a 30L/min
- ✓ Presión máxima del agua: 2,0 MP
- ✓ Tipo de sensor: salida analógica
- ✓ Terminales: señal, VCC, GND
- ✓ Humedad recomendada: 10% a 90%
- ✓ Precisión: más o menos el 2%

2.4.1.2. *Bloque de Procesamiento*

Se encarga de recibir la información de los sensores, procesarlos, determinar el estado y generar tramas para su envío, se constituye de un arduino UNO, así también el módulo central que consta de este bloque.

a) Arduino UNO

Es una tarjeta electrónica cuyo funcionamiento se basa en el microcontrolador ATmega328, como se aprecia en la Figura 6-2. Posee catorce entradas/salidas digitales, las cuales seis se puede usar como salidas PWM (Pulse-Width Modulation por sus siglas en inglés) y otras seis como entradas análogas, además se integra un botón de reinicio, un resonador de cerámico de 16 MHz, un conector USB, conector de alimentación y una cabecera ICSP.

Necesita ser conectada a un computador mediante un cable USB o a la corriente alterna mediante un convertidor de energía. (Chalkers, 2016, <http://forefront.io/a/beginners-guide-to-arduino/index.html>)

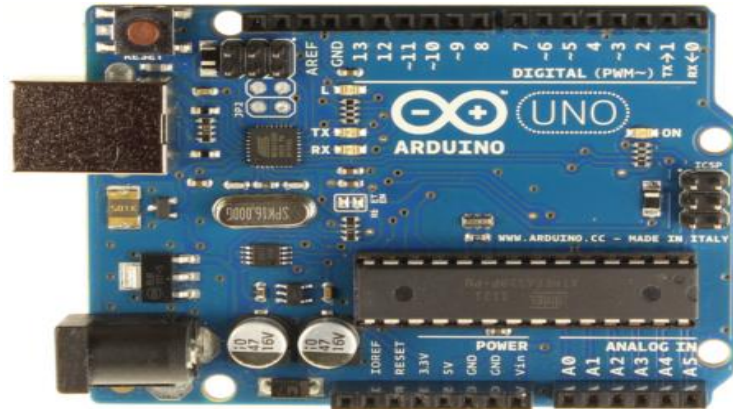


Figura 6-2: Arduino UNO

Fuente: (Chalkers 2016)

Sus principales características: (Arduino, 2016, <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>)

- ✓ Tensión de trabajo: 5V
- ✓ Amperaje: 40 mA terminales I/O ; 50 mA en terminal de 3,3v
- ✓ Microcontrolador: ATmega328
- ✓ Entradas y salidas analógicas: 6 terminales
- ✓ Entradas y salidas digitales: 14 terminales

2.4.1.3. *Bloque de almacenamiento*

Contiene la fecha, hora y la medida realizada por el sensor ultrasónico y de flujo de agua en un archivo de texto el mismo que se sube a un hosting web gratuito, de dirección: <http://www.satvalleherm.eshost.com.ar/> que contiene una información básica de los componentes.

2.4.1.4. *Bloque de Alimentación*

Se encarga de regular el voltaje y mantenerlo a un nivel constante, alimentando y protegiendo los dispositivos que se usan.

a) Fuente de alimentación ST-2406-2AQ

Es una tarjeta como se muestra en la Figura 7-2 y en el Anexo F se detallan sus principales características, la cual cuenta con una entrada de alimentación de 110vAC y es regulado a 6vDC, también cuenta con un conmutador que permitirá alimentar el circuito con una batería recargable que brindara un soporte energético de resguardo aproximado de 2 horas en caso de un corte de energía eléctrica.

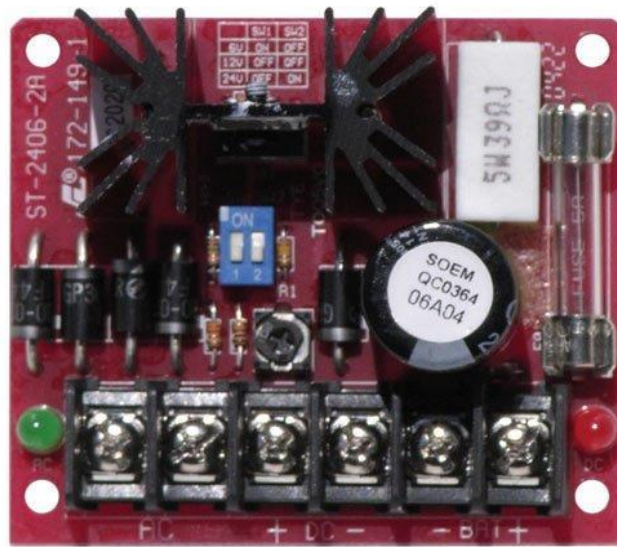


Figura 7-2: Fuente de Alimentación ST-2406-2AQ

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

Sus principales características: (SecoAlarm, 2016, <http://www.seco-larm.com/ST-2406-2AQ>)

- ✓ Rectifica una entrada de corriente alterna a continua.
- ✓ Salida auxiliar programable de 6, 12 ó 24 VDC regulados de 1.5 Amp. de corriente continua.
- ✓ Soporta picos de hasta 2 Amp. de consumo en la salida auxiliar.
- ✓ Protección térmica ante corto circuitos.
- ✓ Cargador de batería integrado que entrega hasta 180 mA a 6V, 350 mA a 12V ó 700 mA a 24V para mantener cargada la o las baterías de respaldo, habilitando automáticamente la tensión de batería en los bornes auxiliares en caso de corte de energía.
- ✓ Circuito cargador de batería protegido mediante fusible.
- ✓ Leds indicadores de entrada de corriente alterna y salida de corriente continua
- ✓ Compatible con baterías recargables de gel.
- ✓ Polaridad reversible protegida.

- ✓ Pueden operar a baja temperatura.
- ✓ Terminales para batería tipo pala.

b) Batería Seca VIP-412

En caso de cortes de energía se considera un funcionamiento autónomo con el uso de una batería seca recargable de **12vDC – 4 A** como se aprecia en la Figura 8-2. Esta batería proporcionara el voltaje necesario para que el SAT, este operativo aproximadamente por 2 horas. La batería se conectada al regulador de voltaje, el cual recargara la batería.



Figura 8-2: Batería Seca VIP-412

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

Sus principales características:

- ✓ Voltaje nominal: 12 VDC
- ✓ Capacidad nominal: 4 Ah
- ✓ Peso aproximado 1670 g (3,68 lbs)
- ✓ Resistencia interna: Menor o igual a 45 mΩ
- ✓ Máxima corriente de descarga: 60 A (5sec)
- ✓ Máxima corriente de carga: 1,2 A
- ✓ Rango de temperatura de funcionamiento:
 - Carga: 0°C a 40°C
 - Descarga: -20°C a 50°C
 - Almacenamiento: -20°C a 40°C

CÁLCULO DE DURACIÓN DE CARGA DE BATERÍA

El tiempo de descarga de la batería se la determinó por la fórmula 2:

$$T_{\text{tiempo de descarga}} = \frac{\text{carga eléctrica de batería}}{\text{consumo eléctrico dispositivo}} \quad (2)$$

En la Tabla 1-2 se indica en consumo por cada dispositivo del módulo central.

Tabla 1-2: Consumo eléctrico del módulo central

DISPOSITIVO	AMPERAJE (mA)
Arduino UNO	40
Shield GSM	450
LCD	3
ST-2406-2AQ	1500
TOTAL	1993

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

$$t_d = \frac{4000}{1993} = 2 \text{ horas}$$

Siendo el consumo por el módulo central de 2 horas.

En la Tabla 2-2 se indica en consumo por cada dispositivo del módulo de supervisión.

Tabla 2-2: Consumo eléctrico del módulo de supervisión

DISPOSITIVO	AMPERAJE (mA)
Arduino UNO	40
Shield GSM	450
S. Ultrasónico	2
S. de nivel de agua	20
S. Flujo Agua	15
ST-2406-2AQ	1500
TOTAL	2027

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

$$t_d = \frac{4000}{2027} = 1,97 \approx 2 \text{ horas}$$

Siendo aproximadamente el consumo por el módulo de supervisión de 2 horas.

2.4.1.5. Bloque de Transmisión

Es el encargado de difundir la información hacia el modulo central a través de la red celular.

a) GSM SIM900

Compatible con todas los modelos de Arduino como se aprecia en la Figura 9-2. Se configura y controla por vía UART haciendo uso de comandos AT. Es idóneo para sistemas remotos, comunicación recursiva, puntos de control, trabaja para envío de mensajes de texto, audio y llamadas a celulares, así como para el servicio de GPRS.

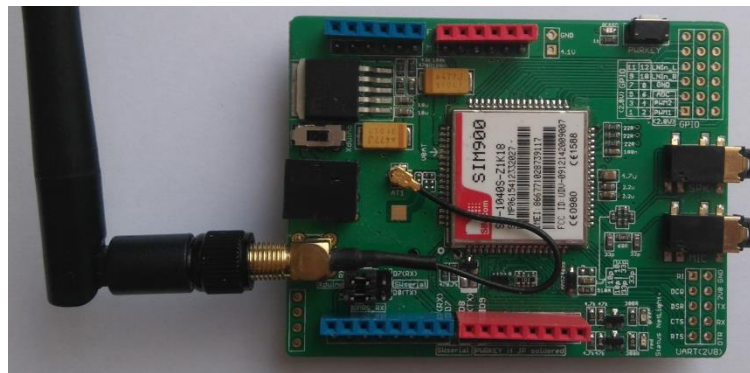


Figura 9-2: GSM SIM900

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

Sus principales características:(Geeetech, 2016, http://www.geeetech.com/wiki/index.php/Arduino_GPRS_Shield)

- ✓ Tensión de trabajo: 4,5 a 5,5 VDC
- ✓ Amperaje: 50mA a 450mA
- ✓ E/S analógicas: 6 terminales
- ✓ E/S digitales: 20 terminales
- ✓ Arranque directo con *software*

La comunicación entre el GSM SIM900 y el Arduino UNO, se lo realiza mediante un selector serial, cuyos terminales son el D0, D1, D7 y D8 para la comunicación vía *software* o *hardware*, como se aprecia en la Figura 10-2.

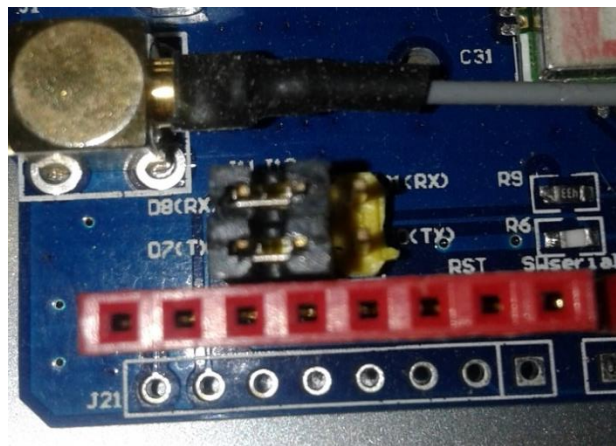


Figura 10-2: Jumpers para ubicar al receptor y transmisor

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

2.4.2. Módulo central

Recibe la información del módulo de supervisión y de acuerdo a estos determina el estado de alerta. Consta de cinco bloques como se muestra en la Figura 11-2, siendo estos el bloque de recepción, de transmisión, de procesamiento y un bloque de alimentación similares a los detallados en los acápites anteriores.

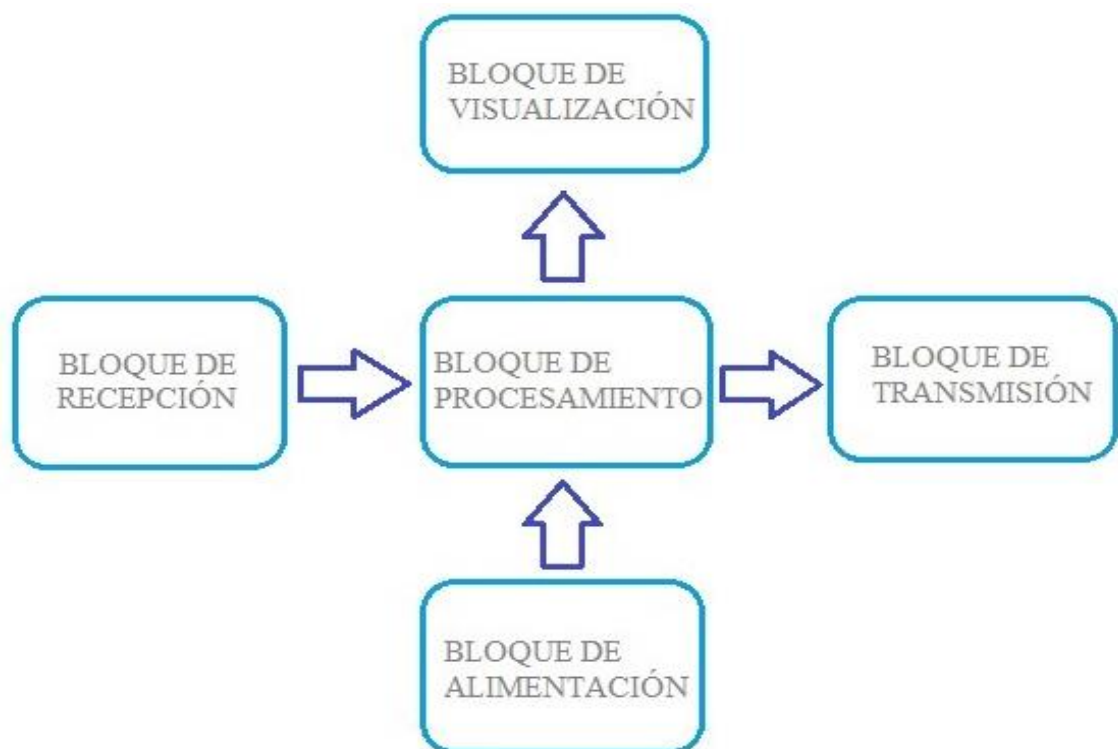


Figura 11-2: Bloques módulo central

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

Se conecta el bloque de alimentación al bloque de procesamiento el cual recibe la información a través del bloque de recepción, procesa determina tipo de alarma, emite los resultados al bloque de visualización y difunde los mismos a través del bloque de transmisión.

2.4.2.1. Bloque de visualización

a) Pantalla LCD 16 x 2

Las pantallas de cristal líquido LCD, para mensajes tienen la capacidad de mostrar caracteres alfanuméricos. Compuesta por dos líneas de 16 caracteres cada una. En la Figura 12-2 se muestra una vista frontal.

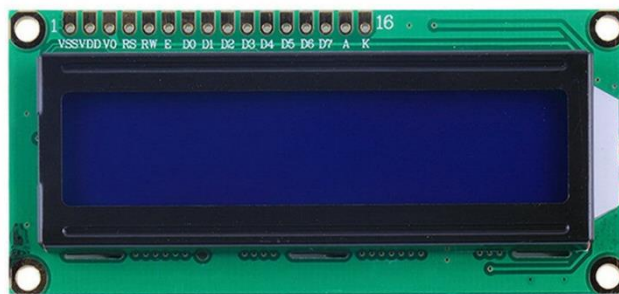


Figura 12-2: Pantalla LCD

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

Sus principales características: (Salas, J., 2013, <http://todoelectrodo.blogspot.com/2013/02/lcd-16x2.html>)

- ✓ Tensión de trabajo: 5V
- ✓ Amperaje: 3mA
- ✓ Terminales de control: RS control de registro de datos, RW escritura o lectura, E enable.
- ✓ Terminales de bus de datos: D0 a D7
- ✓ Memoria: DDRAM, CGROM
- ✓ Presentar la información de forma compacta

Se le añadió un conversor LCD I2C para que funcione con la placa Arduino para transformar de paralelo a serial.

Conversor LCD I2C

Sirve para manejar un LCD con solo dos hilos mediante el protocolo de comunicación I2C, así se reduce la utilización de terminales de la placa Arduino. En la Figura 13-2 se muestra una vista frontal.



Figura 13-2: Pantalla LCD

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

Sus principales características:

- ✓ Tensión de trabajo: 3 – 5 V
- ✓ Basado en el integrado PCF8574P
- ✓ Terminales: control, alimentación y comunicación con pantalla LCD

b) Sirena

Dispositivo que emitirá una alerta sonora, su capacidad es de 120 dB, para el funcionamiento se incorpora un relé de 12v para su activación. En la Figura 14-2 se observa una fotografía del dispositivo.



Figura 14-2: Mini sirena 110V

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

Sus principales características: (Ebay, 2009, <http://www.ebay.es/itm/Industrial-AC-110V-120dB-MS-190-Alarm-Sound-Motor-High-Power-Buzzer-Siren-/251782970545>)

- Voltaje de entrada: 110 VAV
- Impedancia: 100Ω
- Potencia: 40W
- Corriente de operación : 0.43 A
- Temperatura de operación: -40°C a 80°C

c) Página web

Se crea una interfaz gráfica de fácil uso para la persona encargada de la supervisión mediante una página web con la dirección <http://www.satvalleherm.eshost.com.ar/> que contiene una información básica de los componentes, la estructura general e imágenes ilustrativas del Sistema Electrónico de Alerta Temprana, como se muestra en la Figura 15-2.



Figura 15-2: Página web

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

2.5. Esquema de conexión de los módulos del sistema

Se detallan la forma de conexión de los dispositivos electrónicos en los dos módulos que integran el sistema.

2.5.1. Módulo de supervisión

Su esquema se observa en la Figura 16-2 y la conexión del módulo se detalla en la tabla 3-2.

Tabla 3-2: Conexión sensores módulo de supervisión

Módulo de Supervisión		Arduino UNO
Sensor de flujo de agua YF-S201	Vcc	Terminal 5v
	GND	Terminal GND
	Datos	Terminal 2
Sensor de nivel de agua K-0135	Vcc	Terminal 5v
	GND	Terminal GND
	Datos	Terminal 4
Sensor ultrasónico HC-SR04	Vcc	Terminal 5v
	GND	Terminal GND
	Trigger	Terminal 12
	Echo	Terminal 13

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

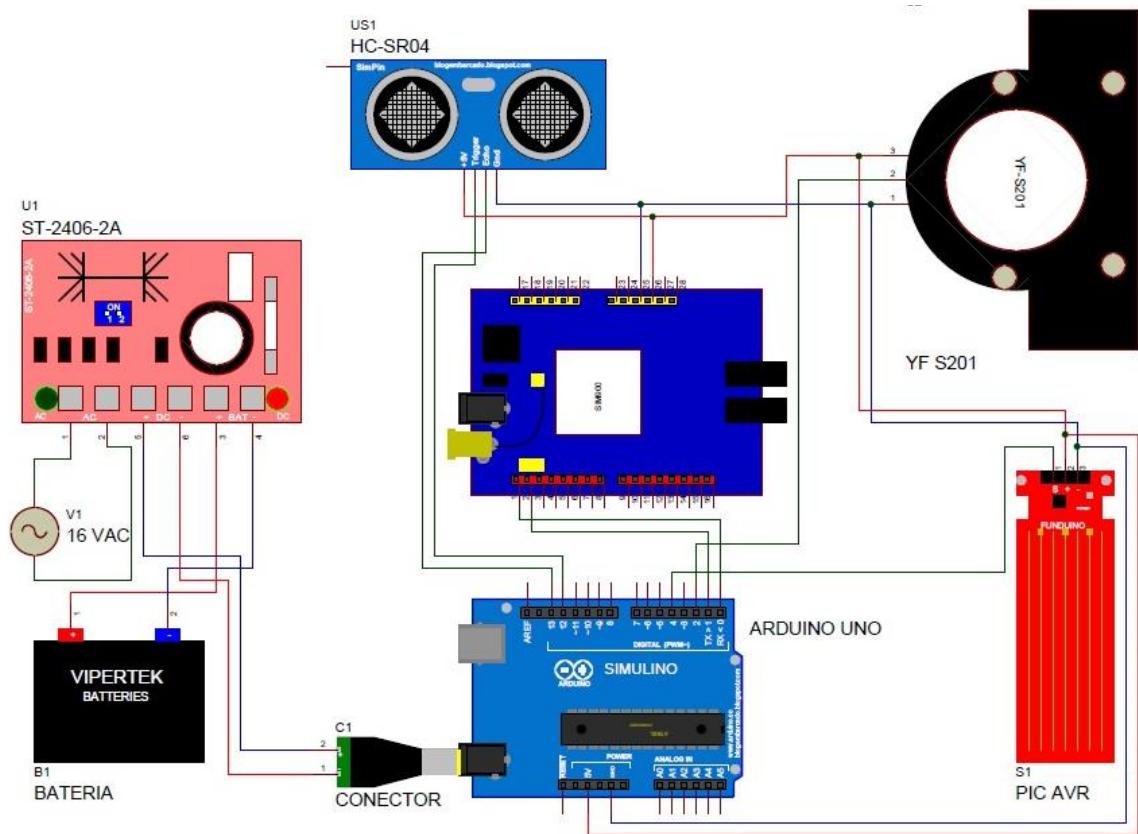


Figura 16-2: Conexión del módulo de supervisión

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

2.5.2. Módulo de central

Su esquema se observa en la Figura 17-2 y la conexión del módulo se detalla en la tabla 4-2.

Tabla 4-2: Conexión del módulo central

Módulo Central		Arduino UNO
Pantalla LCD	Vcc	Terminal 5v
	GND	Terminal GND
	SDA	Terminal A4
	SCL	Terminal A5
Relé	1	Terminal 3
	2	Terminal GND

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

La conexión de los módulos y los diferentes dispositivos descritos en la tabla se la puede observar de mejor manera en Figura 2-3.

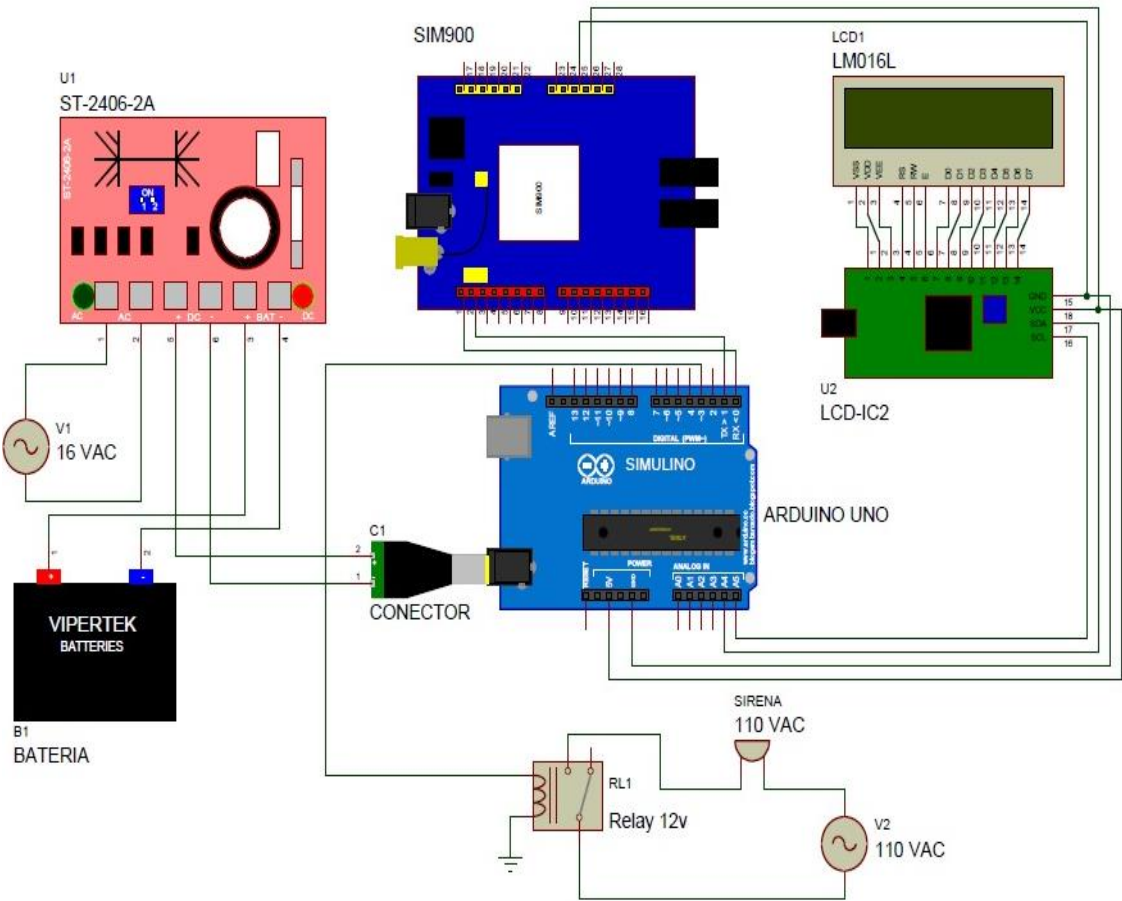


Figura 17-2: Conexión del módulo en módulo central

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

2.6. Herramientas *software*

Para el desarrollar el *software* se usaron varias herramientas.

2.6.1. *Plataforma IDE de Arduino*

Es de código abierto usado para la creación de sketch, basado en el lenguaje de C++ , versión 1.6.9, multiplataforma, entorno de programación simple y claro. Permite el uso de librerías para la comunicación con dispositivos electrónicos que se usen, pues cada uno tiene una específica para su correcto funcionamiento y comunicación. En la Figura 18-2 se muestra en entorno de desarrollo de la plataforma IDE.(Arduino, 2016, <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>)

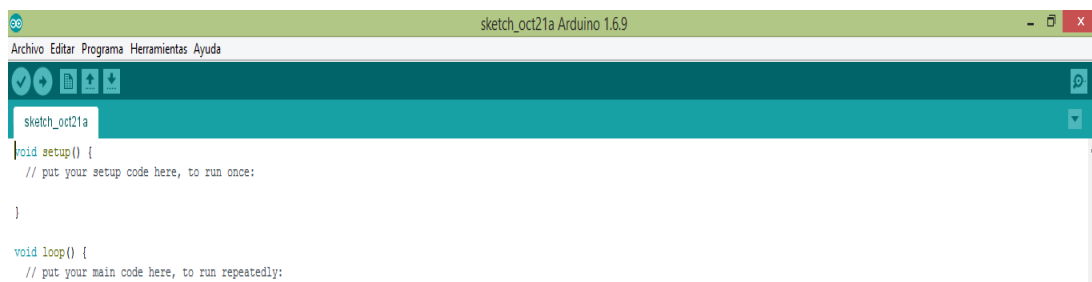


Figura 18-2: Entorno de programación

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

2.6.2. *DreamWeaver*

Herramienta que permite crear, codificar y gestionar páginas web, disponible para versiones Mac y Windows. Anteriormente pertenecía a la marca Macromedia actualmente pertenece Adobe. Soporte de varios lenguajes de programación, versión 16.0 se considera la principal competencia de Microsoft FrontPage. En la Figura 19-2 se muestra el entorno de desarrollo del software. (Rivas, 2016, <http://www.vidamrr.com/2010/04/5-caracteristicas-interesantes-del.html>)

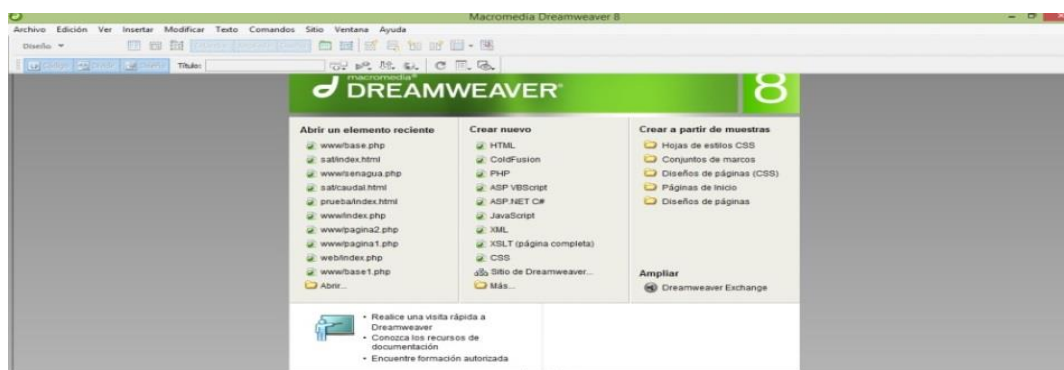


Figura 19-2: Entorno de desarrollo

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

2.6.3. Eshost

Es un repositorio en la nube como se muestra en la Figura 20-2, que oferta servicios de web hosting de forma gratuita pues la idea es abaratar costos. Se adquirió un dominio con extensión .cu.cc., permitiendo la manipulación los registros del sistema de nombres del dominio (DNS), presenta características como compatibilidad con HTML, PHP y la recepción de datos enviados por la tarjeta electrónica GSM SIM900. (BaneadoAdSense, 2013, <http://www.mebanearondeadsense.com/web-hosting-gratis-en-espanol-eshost-es/>)

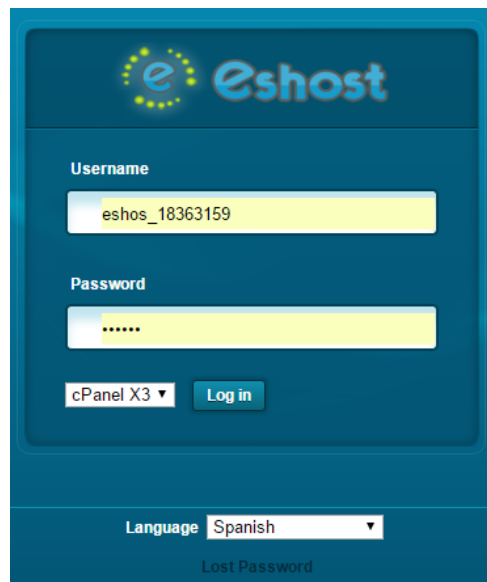


Figura 20-2: Ingreso a hosting web

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

Las características del repositorio son las siguientes: (BaneadoAdSense, 2013, <http://www.mebanearondeadsense.com/web-hosting-gratis-en-espanol-eshost-es/>)

- 1000MB de espacio en disco
- 10GB de transferencia mensual
- 10 bases de datos MySQL
- PhpMyAdmin
- 10 Dominios de primer nivel
- 10 Subdominios
- Cuenta FTP
- Administrador de archivos en línea
- Capacidad para descomprimir archivos en línea

Los servicios que no están autorizados en el servidor son: (BaneadoAdSense 2013)

- Phishing
- Streaming
- Virus
- Hackers
- Warez
- Proxy

Las desventajas al adquirir un espacio este repositorio son: (BaneadoAdSense 2013)

- No es un servicio “ilimitado”
- No se pueden registrar cuentas usando una dirección de Hotmail
- Solo permite contraseñas de entre 6 y 8 caracteres

Una vez que se ingresó al hosting web se visualiza un menú de las diferentes actividades que se puede realizar dentro de la página como en la siguiente Figura 21-2.

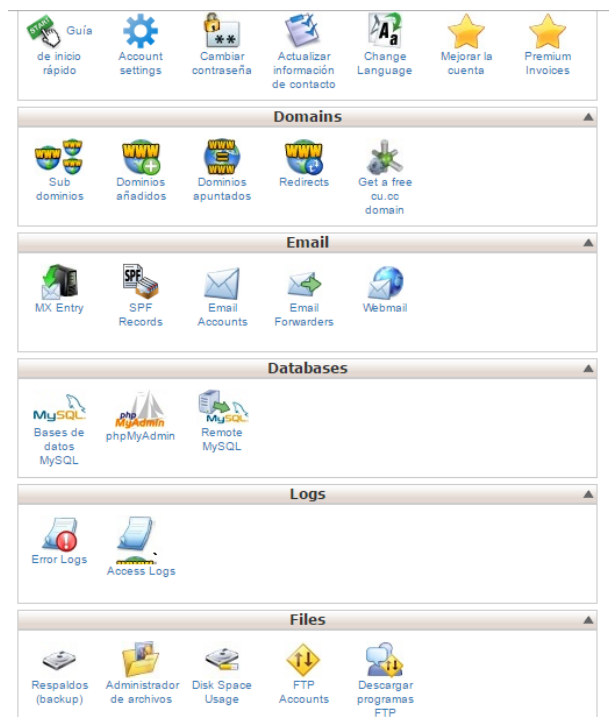


Figura 21-2: Ingreso a hosting web

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

2.6.4. G-MoN

Software ejecutable en sistemas Android versión 4.2.0, usado para determinar el nivel de señal GSM receptada en un dispositivo móvil. En la Figura 22-2 se muestra una captura de pantalla de la aplicación, crea archivos kml, escanea la red GSM/CDMA/UMTS y LTE y redes WIFI.



Figura 22-2: Aplicación G-MoN

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

2.6.5. Conexión a internet

Se configura el APN que es el Punto de acceso a la red para tener acceso a internet, sus elementos son APN, Usuario, Contraseña.

En el país tenemos 3 operadoras de servicio de telefonía móvil, cada una configurada con un APN diferente tal como se muestra en la tabla 5-2

Tabla 5-2: Configuración de cada Operadora

OPERADORA	APN	USUARIO	CONTRASEÑA
CNT	internet3gsp.alegro.net.ec	No posee	No posee
Claro	internet.claro.com.ec	No posee	No posee
Movistar	internet.movistar.com.ec	No posee	No posee

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

Para la conexión a internet, se utilizó los servicios de la operadora CNT, debido a que brinda un paquete económico y de un largo tiempo de duración.

COMANDOS AT

Con los comandos AT se puede controlar la tarjeta Shield conectada al Arduino mediante la conexión serial mencionada anteriormente. Los comandos AT es el lenguaje que permite la comunicación entre Arduino y la Shield, esta última envía los datos que capta el Arduino. Entre cada operación existe un tiempo prudente para la confirmación de la actividad proveniente del GSM SIM900.

- COMANDOS PARA CONEXIÓN AL INTERNET

Los comandos que sirven para la conexión a internet se describen en la tabla 6-2.

Tabla 6-2: Comandos de conexión a internet

COMANDOS	RESPUESTA	DESCRIPCIÓN
AT	Ok	Comprueba que el dispositivo acepta comandos AT.
AT+CPIN?	+CPIN:READY	Verifica el estado del PIN de la tarjeta.
AT+CFUN?	+CFUN:1	Consulta el nivel de funcionalidad del Shield.
AT+CCALR?	+CCALR:1	Consulta si vale hacer llamadas.
AT+CIPSHUT	Shut OK	Cierra sesión GPRS.
AT+CGATT=0	OK	Desconecta de GPRS para liberar recursos.
AT+CGATT=1	OK	Conecta con GPRS
AT+CSQ	+CSQ:13,0	Muestra calidad de señal.
AT+CREG?	+CREG:0,5	Muestra el estado de registro y acceso a la red celular.
AT+CSTT?	+CSTT: "CMMET", "", ""	Consulta el APN actual.
AT+SAPBR=3,1, "CONTYPE", "GPRS"	OK	Primera configuración GPRS con APN, usuario y contraseña.
AT+SAPBR=3,1, "APN", "internet3gsp.alegro.net.ec"	OK	
AT+SAPBR=3,1, "USER", ""	OK	

AT+SAPBR=3,1, "PWD", ""	OK	
AT+SAPBR=1,1	OK	Conectado a la red GPRS
AT+CSTT= "internet3gsp.alegro.net.ec", "", ""	OK	Segunda configuración GPRS
AT+CIPSRIP = 1	OK	Permite que el dispositivo obtenga una dirección IP y un puerto cuando reciba datos.
AT+CIICR	OK	Registrando a la red
AT+CIFSR	10.186.96.100	Muestra la IP actual.

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

Fuente:(SIMCom 2010)

- **COMANDOS PARA INGRESAR AL SERVIDOR**

Los datos obtenidos por los sensores se los almacena en un servidor FTP situado en la nube, para la subida de datos al servidor, los comandos se muestran en la tabla 7-2.

Tabla 7-2: Comandos para el servidor

COMANDOS	RESPUESTA	DESCRIPCIÓN
AT+FTPCID=1	OK	Perfil FTP
AT+FTPTYPE= "A"	OK	Tipo de sesión
AT+FTPSERVER= "ftp.eshost.com.ar"	OK	Host FTP
AT+FTPPORT= 21	OK	Puerto FTP
AT+FTPUN= "eshos_18363159"	OK	Usuario FTP
AT+FTPPW= "prueba1"	OK	Contraseña FTP
AT+FTPPUTNAME= "prueba.txt"	OK	Archivo subido
AT+FTPPUTPATH= "/htdocs/"	OK	Directorio

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

Fuente:(SIMCom 2010)

- **COMANDOS PARA SUBIR ARCHIVOS**

Los comandos que sirven para subir los archivos al servidor web se describen en la tabla 8-2.

Tabla 8-2: Comandos para subir archivos

COMANDOS	RESPUESTA	DESCRIPCIÓN
AT+FTPPUT=1	OK +FTPPUT:1,1,130	Indica al servidor que se desea subir datos
AT+FTPPUT=2,45	+FTPPUT:2,45	Iniciando transferencia
Texto	OK +FTPPUT:1,1,130	Envío de datos
AT+FTPPUT=2,0	OK +FTPPUT:1,0	Cerrando transferencia.

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

Fuente: (SIMCom 2010)

La trama enviada consta de los siguientes valores: distancia, flujo de agua y se puede integrar el estado del sensor de nivel de agua.

Tabla 9-2: Trama enviada

← 40 bytes →		
Medición Distancia	Medición Flujo de agua	Estado sensor de nivel de agua
50:	30:	0:

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

2.7. Software desarrollado

El módulo de supervisión al entrar en funcionamiento lo primero que realiza es iniciar la conexión GSM y FTP, hecho esto empieza a realizar las mediciones de distancia y de flujo de agua para posteriormente subir esta información en un archivo con extensión .txt al hosting web. Se logró mediante el siguiente diagrama de flujo indicado en la Figura 23-2. Se tomó en cuenta lo siguientes estados:

- ✓ Normal
 - Sensor ultrasónico: 125 a 150 cm
 - Sensor de flujo de agua: 5 a 13 L/min
- ✓ Precaución
 - Sensor ultrasónico: 75 a 125 cm
 - Sensor de flujo de agua: 13 a 20 L/min
 - Sensor de nivel de agua: 75 cm

- ✓ Peligro
 - Sensor ultrasónico: 75 cm
 - Sensor de flujo de agua: 20 L/min

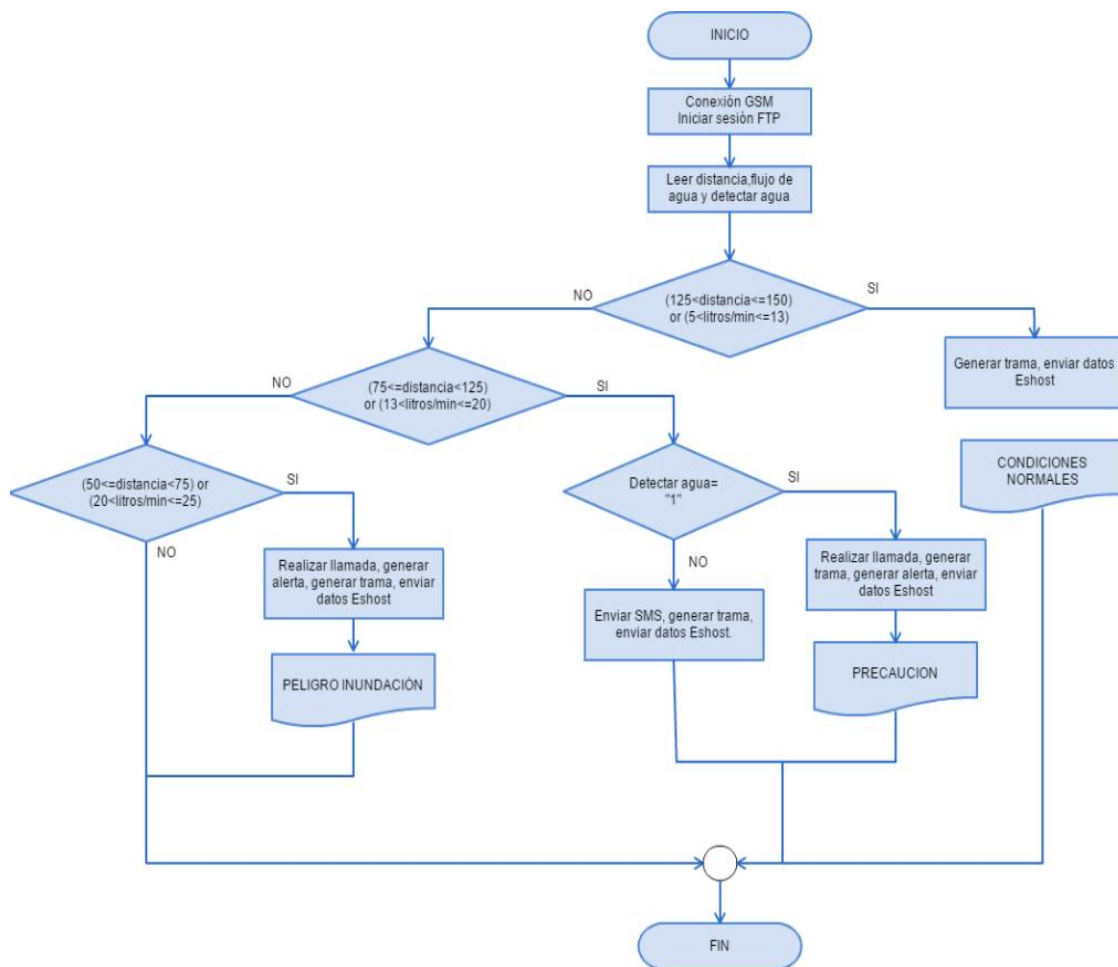


Figura 23-2: Diagrama de flujo módulo de supervisión

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

El módulo central del sistema electrónico entrara en funcionamiento visualizando los datos recibidos en una pantalla LCD y cuando reciba una llamada del módulo de supervisión, en este instante activara una sirena para alertar a la comunidad y enviara un SMS al presidente de la Junta Parroquial.

Este proceso se puede apreciar en el diagrama de flujo de la Figura 24-2.

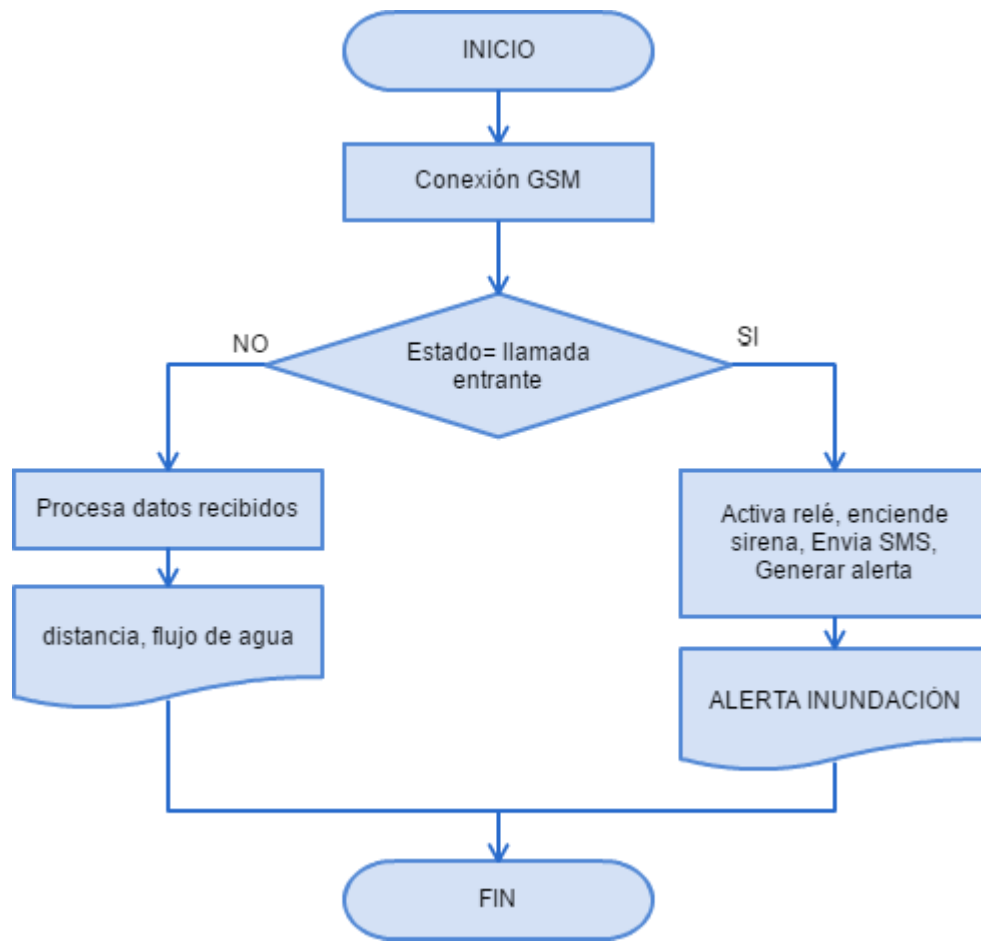


Figura 24-2: Diagrama de flujo módulo central

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

Aquí se presenta un resumen de las librerías y funciones se puede observar más detalladamente en el Anexo F y G.

LIBRERÍAS USADAS EN LA PROGRAMACIÓN

En el desarrollo del software se utilizaron funciones y librerías.

2.7.1. Módulo de supervisión

- ✓ `#include <SoftwareSerial.h>`.- Permite la creación y manipulación de los puertos serie de software.

FUNCIONES

Se usó para evitar la duplicación del código, pues solo se llamara a la función si se desea usar en varias ocasiones.

- ✓ PowerUP().- permite conexión con GSM SIM900, no requiere de parámetros, su salida es un 1 lógico el mismo que permite el encendido automático del GSM SIM900.
- ✓ Gsm().- permite realizar la configuración del APN para el acceso a internet, no requiere parámetros.
- ✓ FTP().- permite configurar el tipo de sesión al servidor FTP, además del repositorio donde se almacenara los archivos subidos por el GSM SIM900, no requiere parámetros.
- ✓ Obtener_distancia().- permite devolver el valor entero de la distancia entre el sensor y la creiente del rio, no requiere parámetros.
- ✓ SubirNube().- permite iniciar la sesión y configura la trama a subirse al servidor FTP, no requiere parámetros.
- ✓ Llamada().- permite realizar la llamada telefónica y no requiere de parámetros.

2.7.2. Módulo central

- ✓ #include <Wire.h>.- Permite la comunicación con dispositivos I2C/TWI
- ✓ // #include <LCD.h>.- Permite la correcta comunicación con la pantalla LCD.
- ✓ // #include <LiquidCrystal_I2C.h>.- Permite a una placa Arduino controlar las pantallas LCD
- ✓ #include <SoftwareSerial.h>.- Permite la creación y manipulación de los puertos serie de software.

FUNCIONES

Se usó para evitar la duplicación del código, pues solo se llamara a la función si se desea usar en varias ocasiones.

- ✓ PowerUP().- permite conexión con GSM SIM900, no requiere de parámetros, su salida es un 1 lógico el mismo que permite el encendido automático del GSM SIM900.
- ✓ DoSomething().- permite detectar la llamada entrante y envía un 1 lógico para la activación del relé.

Software adicional

Se crea una interfaz gráfica mediante DreamWeaver de fácil uso para la persona encargada de la supervisión mediante una página web con la dirección <http://www.satvalleherm.eshost.com.ar/>.

Posee un entorno como se indica en la Figura 25-2, consta de un menú en la parte superior derecha y al escoger cada una de las opciones nos dirige hacia la información básica de los componentes, el diseño general e imágenes ilustrativas del Sistema Electrónico de Alerta Temprana.



Figura 25-2: Página Web

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

CAPÍTULO III

3. MARCO DE PRUEBAS Y RESULTADOS

En este capítulo se detalla las mediciones realizadas para la implementación de los módulos del sistema como lo fueron: nivel de señal GSM, mediciones con los sensores de forma manual y en el lugar de prueba. También la evaluación del sistema para determinar la estabilidad y precisión.

3.1. Pruebas de funcionamiento

Una vez que se han ensamblado, instalado y puesto en marcha los diferentes módulos se procede a realizar las pruebas de funcionamiento correspondientes para establecer el alcance de cumplimiento de objetivos concentrándonos en que es posible realizar una supervisión y detección de inundaciones mediante comunicación inalámbrica.

Esta etapa se centra en mostrar las diferentes reacciones que tiene el módulo central ante la acción de los sensores ubicados en el módulo de supervisión, para lo cual se activa intencionalmente dos sensores y se analiza si las alertas tanto sonoras y visuales responden de acorde a lo previsto.

No se realizó pruebas con el sensor de flujo de agua pues no se cuenta con equipos experimentales necesarios para medir el caudal del río y comparar con las mediciones que realiza el detector.

3.1.1. *Pruebas en el módulo de supervisión*

Para mostrar los resultados del funcionamiento de módulo de supervisión, se activa manualmente el sensor de nivel de agua y ultrasónico; determinándose el error absoluto en la medición en las pruebas de laboratorio, tomándose un total de 41 muestras en un tiempo de 20 segundos.

El cálculo se efectuó con las fórmulas 3 y 4:

✓ MEDIA.-

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n \frac{X_i \cdot f_i}{n} \quad (3)$$

Donde \bar{X} : media de las medidas, X_i : medidas obtenidas por el sensor, f_i : veces que se produce una medida durante el muestreo, n : total de muestra

✓ ERROR ABSOLUTO.- indica el nivel de imprecisión entre el la medida real y la sensada.

$$E_a = \frac{\sum_{i=1}^n |\bar{X} - X_i|}{n} \quad (4)$$

a) Sensor de nivel de agua K-0135

Para determinar la sensibilidad del sensor se realizó pruebas con diferente cantidad de agua como se muestra en la Figura 1-3. Se empezó con un gotero su resultado fue de inactivo, se hecho un chorro resultando inactivo y finalmente al exponer todos los contactos al agua se determinó que el encendido del sensor es instantáneo.

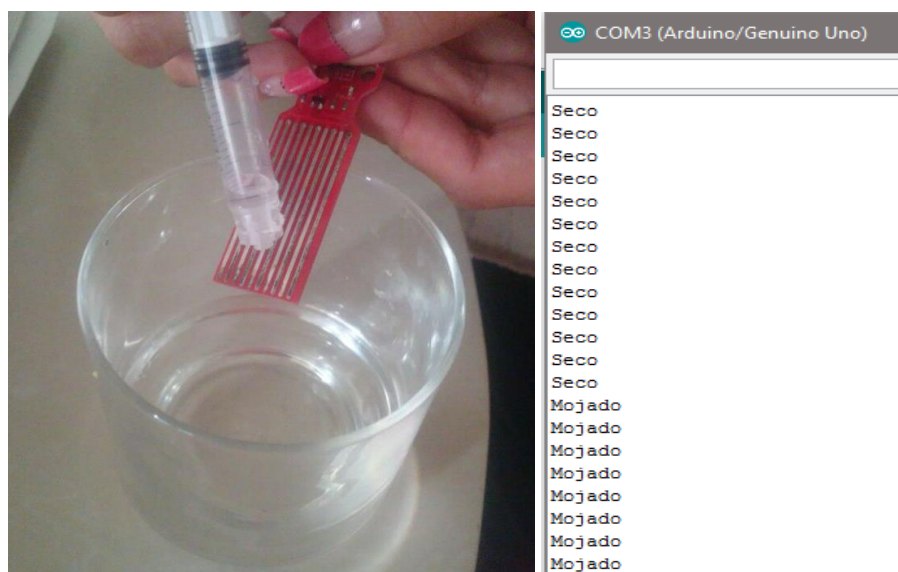


Figura 1-3: Pruebas en sensor de nivel de agua K-0135

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

b) Sensor ultrasónico HC-SR04

Para determinar la sensibilidad del sensor se realizó pruebas con diferentes alturas como se muestra en la Figura 2-3. Se utilizó una cinta métrica para verificar la distancia obtenida.

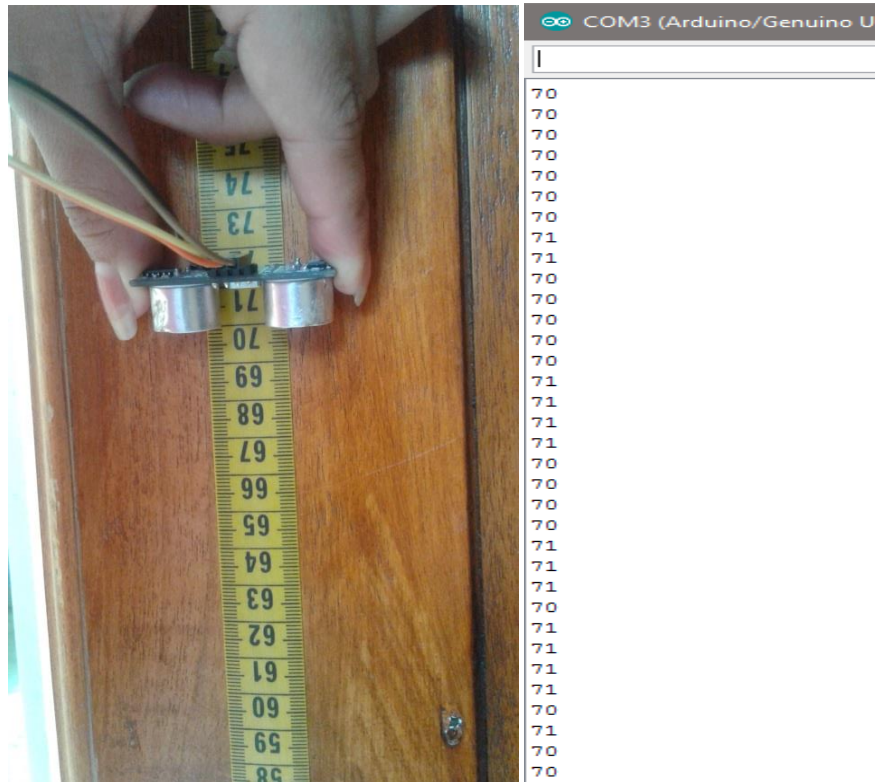


Figura 2-3: Pruebas en sensor ultrasónico

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

En la tabla 1-3, se obtuvo una imprecisión absoluta de $\pm 0,02\text{cm}$ a una distancia de 150 cm.

Tabla 1-3: Error absoluto con una distancia de 150 cm

Medida X_i	Frecuencia f_i	$X_i f_i$	$\bar{X} - X_i$
148	2	296	1,70731707
149	11	1639	0,70731707
150	25	3750	-0,29268293
151	3	453	-1,29268293
	6138		
Media \bar{X}	149,707317		
ERROR ABSOLUTO	0,02		

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

En la tabla 2-3, se obtuvo una imprecisión absoluta de $\pm 0,03\text{ cm}$ a una distancia de 100 cm.

Tabla 2-3: Error absoluto con una distancia de 100 cm

Medida X_i	Frecuencia f_i	$X_i f_i$	$\bar{X} - X_i$
98	6	588	1,41463415
99	12	1188	0,41463415
100	23	2300	-0,58536585
		4076	
Media \bar{X}	99,4146341		
ERROR ABSOLUTO	0,03		

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

En la tabla 3-3, se obtuvo una imprecisión absoluta de $\pm 0,02\text{cm}$ a una distancia de 50 cm.

Tabla 3-3: Error absoluto con una distancia de 50 cm

Medida X_i	Frecuencia f_i	$X_i f_i$	$\bar{X} - X_i$
49	13	637	0,7804878
50	24	1200	-0,2195122
51	4	204	-1,2195122
		2041	
Media \bar{X}	49,7804878		
ERROR ABSOLUTO	0,02		

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

Con los resultados obtenidos en cada distancia se comprobó que la precisión en la medición de la altura no excede el nivel indicado y está acorde a las exigencias.

3.2. Instalación

Para realizar la instalación se realizó el análisis de la red celular, ubicación, encendido de módulos y se tomó en cuenta las protecciones de cada módulo.

3.2.1. Análisis de recepción de señal GSM.

El módulo central se lo ubicó en el GAD Parroquial de Valle Hermoso llegando a tener un nivel de recepción RSSI= -89 dbm tal como se muestra en la Figura 3-3, cabe recalcar que en este módulo se usó un chip de la telefónica CLARO.



Figura 3-3: Análisis en el módulo central

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

El módulo de supervisión se lo ubicó en la finca del Señor Tito Paladines ubicada aproximadamente a 3 km del centro poblado de la parroquia, de la misma forma se llegó a tener un nivel de recepción RSSI=-95 dBm tal como se indica en la Figura 4-3, en este módulo se usó la red celular de la empresa CNT E.P.

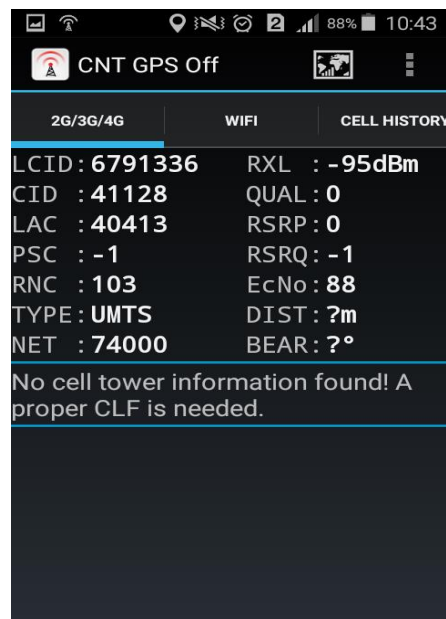


Figura 4-3: Análisis en módulo de supervisión

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

3.2.2. Ubicación geográfica de los módulos

Acorde al análisis de recepción se acordó ubicar el módulo central en el edificio de la Junta parroquial de Valle Hermoso y el módulo de supervisión en una finca de la zona, teniendo una distancia entre módulos de aproximadamente 3 Km tal como se muestra en la Figura 5-3.

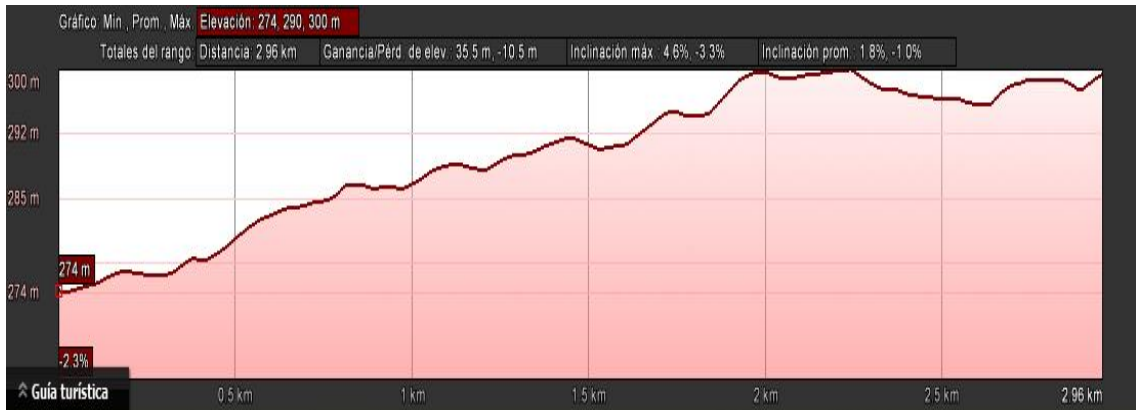


Figura 5-3: Perfil de elevación del SAT

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

En la Figura 6-3 se muestra un esquema de la ubicación geográfica de los módulos, los cuales se conectarán a la radio base más cercana para que así puedan transmitir los datos a través de GSM.

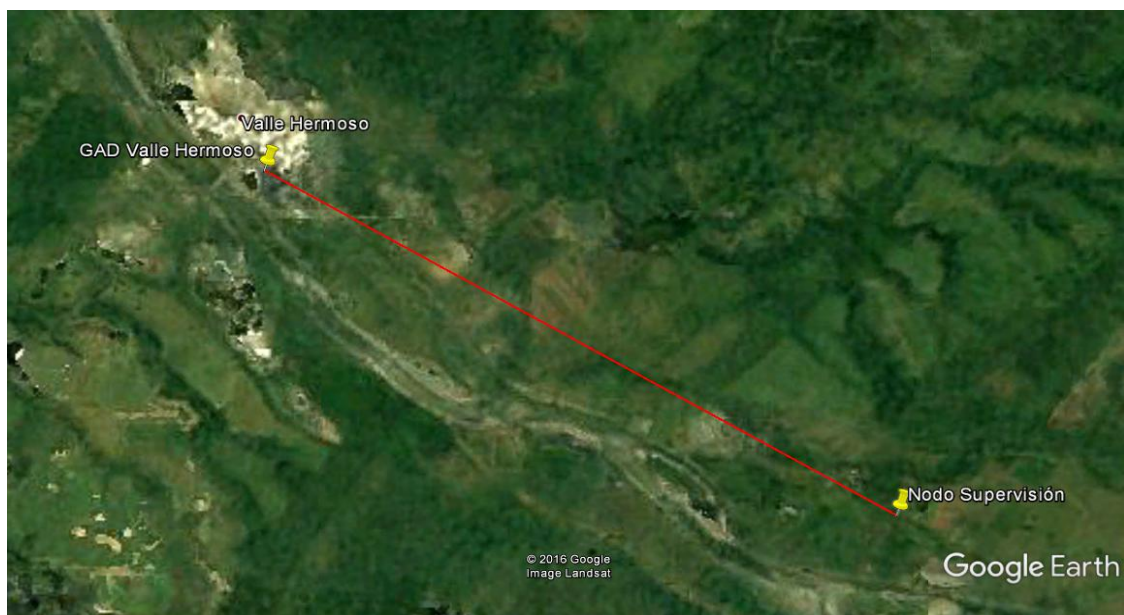


Figura 6-3: Ubicación Geográfica del SAT

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

En la Figura 7-3 se muestra la ubicación geográfica del módulo de supervisión.

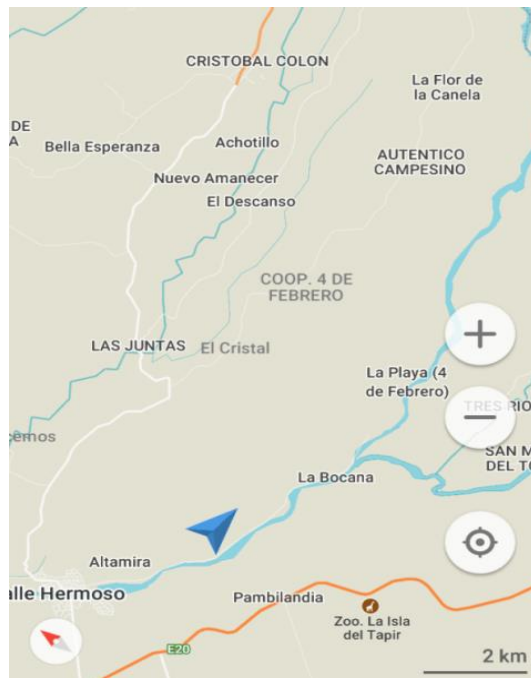


Figura 7-3: Ubicación módulo de supervisión con maps.me

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

En la Figura 8-3 se muestra la ubicación geográfica del módulo central.

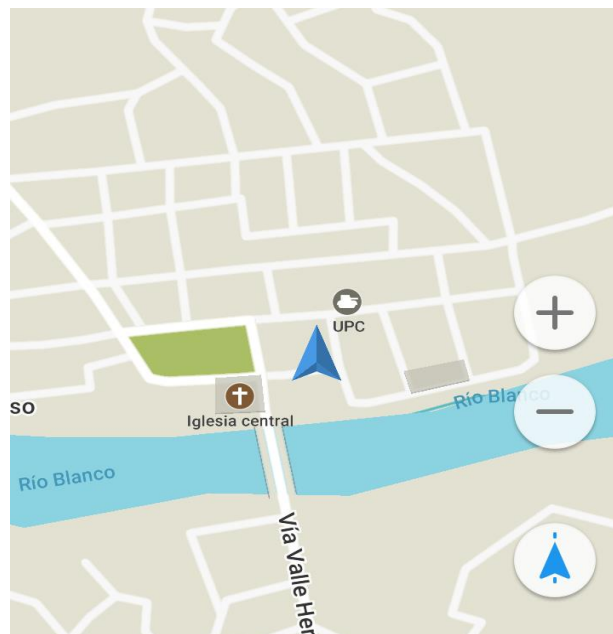


Figura 8-3: Ubicación módulo central con maps.me

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

3.2.3. *Instalación módulos*

Los módulos se instalaron a la rivera del rio Cristal y en la junta parroquial de Valle hermoso.

a) Módulo de supervisión

Se instaló los sensores que se ubican uno en el rio y los otros dos a la rivera, estos sensores se adhieren a la rama de un árbol por tornillos, teniendo en cuenta la posición del sensor debe ser la correcta, en la Figura 9-3 se puede observar el posicionamiento de los sensores en el rio y el módulo con sus componentes y en la Figura 10-3 se observa la composición del módulo.



Figura 9-3: Ubicación de los sensores

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016



Figura 10-3: Módulo de supervisión

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

Como protección cuenta con una caja metálica para protección de medidas: **30 cm** de largo, **20 cm** de ancho y **15 cm** de altura. Se encuentra en la parte superior de un árbol, tomando la ubicación de los sensores anteriormente descritos, como se muestra en la Figura 11-3 se observa la ubicación del módulo.



Figura 11-3: Ubicación módulo de supervisión

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

b) Modulo central

Se instaló los diferentes dispositivos que lo conforman como se muestra en la Figura 12-3 en los exteriores de la junta parroquial.



Figura 12-3: Ubicación módulo central

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

Dispositivo de Respuesta

El sistema cuenta con un dispositivo de respuesta como lo es un relé que se aprecia en la Figura 13-3, que se activa tomando en cuenta las condiciones iniciales propuestas.

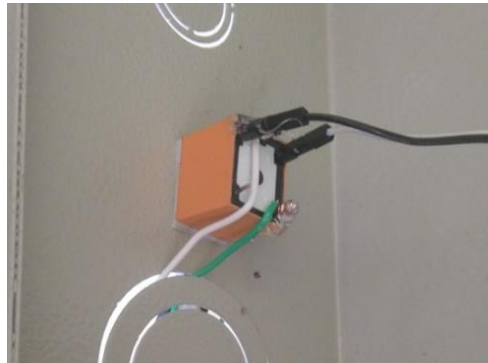


Figura 13-3: Ubicación del relé en el módulo central

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

En la Figura 14-3 se puede apreciar la sirena y su ubicación.



Figura 14-3: Ubicación del actuador en el módulo central

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

Está protegido por una caja metálica de medidas: **30 cm** de largo, **30 cm** de ancho y **10 cm** de altura, posee una pantalla LCD la misma que se encuentra en el interior de la caja por seguridad, el módulo central está ubicado a la intemperie pues está afuera del edificio como se observa en la Figura 15-2.



Figura 15-3: Ubicación módulo central

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

3.2.4. Pruebas de conexión

En la Figura 16-3 se observa la información que envía el Arduino UNO por el puerto serial del módulo de supervisión, como es la información de la memoria RAM existente, así mismo la inicialización de GSM SIM900, una vez inicializado se envía los datos y como respuesta de este obtenemos la medida de cada uno de los sensores y la dirección del repositorio al que envía información como es el módulo central.

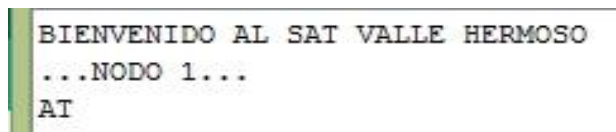


Figura 16- 3: Encendido módulo de supervisión

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

Los sensores envían sus datos continuamente de acuerdo a la configuración realizada, los mismos que viajan hacia el módulo central, para que este ejecute las condiciones de acuerdo a los parámetros de respuesta respectivos.

Una vez que el módulo de supervisión se ha inicializado y se ha realizado la conexión con el módulo central este procede a enviar datos de los sensores, y se recibe los mismos se muestran en la página web como se observa en la Figura 17-3.

```

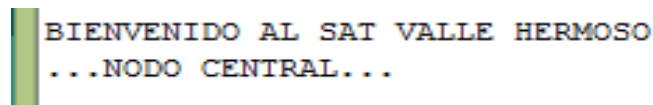
AT+FTPSERV="ftp.eshost.com.ar"
AT+FTPPORT=21
AT+FTPUN="eshos_18363159"
AT+FTPPW="marito"
AT+FTPPUTNAME="senagua.txt"
AT+FTPPUTPATH="/htdocs/"
AT+FTPPUT=1
AT+FTPPUT=2,40
0:0:.....
AT+FTPPUT=2,0
AT+FTPPUT=1
AT+FTPPUT=2,40
0:1213:.....
AT+FTPPUT=2,0
AT+FTPPUT=1
AT+FTPPUT=2,40
1080:0:.....
AT+FTPPUT=2,0

```

Figura 17-3: Envío de datos módulo de supervisión al servidor

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

En el módulo central se inicializa GSM SIM900 y estará listo para recibir la información del módulo de supervisión como se lo puede observar en la Figura 18-3.



BIENVENIDO AL SAT VALLE HERMOSO
...NODO CENTRAL...

Figura 18-3: Encendido módulo central

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

Al momento que el módulo central recibe los paquetes del módulo de supervisión se confirma que las condiciones en las que se encuentran los sensores son las correctas, de no ser así este procede a enviar las diferentes alarmas para que sean atendidas, como lo es una pantalla LCD que muestra un mensaje de alerta, las condiciones de los sensores.

En la Figura 19-3 se puede observar la recepción de los datos en el módulo central, así como también el sistema de respuesta si está activado o desactivado y envío de mensajes al destinatario.

```

ring!
ring!
ring!
D2 high
ring!
ring!
ring!
D2 low
ring!
ring!
ring!
D2 high
ring!
ring!
OK
SMS sent successfully
AT+CMGF=1

OK
AT + CMGS = "0998627587"

> ALERTA SAT
>

```

Figura 19-3: Recepción de datos y respuesta del sistema.

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

3.2.5. Pruebas de subida al hosting

Con los comandos antes mencionados se envía el archivo de texto a un servidor web, con las mediciones del sensor ultrasónico y del sensor de flujo de agua.

Entonces para visualizar el archivo de texto entramos a la carpeta Administrador de Archivos, sección htdocs y observar el archivo con el nombre que se puso en la programación como se aprecia en la Figura 20-3.

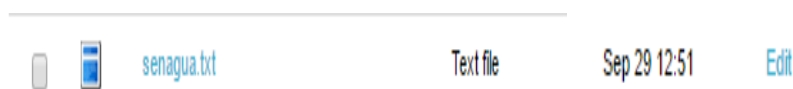


Figura 20-3: Archivo de texto recibido por el GSM SIM900

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

3.2.6. Pruebas de activación del sistema

Al momento que se activan los sensores con las condiciones indicadas, el módulo de supervisión envía la correspondiente señal al módulo central, este arroja las alertas visuales y auditivas, en la Figura 21-3 se muestra las alertas que activa el módulo central visualizando un mensaje en el LCD.



Figura 21-3: Resultado de activación

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

En la Figura 22-3 se visualiza el mensaje a una persona de la comunidad.

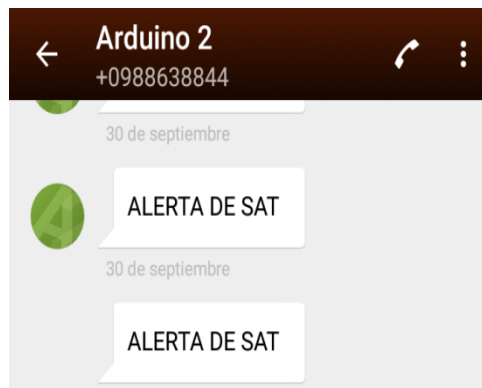


Figura 22-3: Mensaje de Alerta a la comunidad

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

En la Figura 23-3 se muestra el mensaje a la persona que esté a cargo de la gestión de riesgo y ayuda comunitaria.

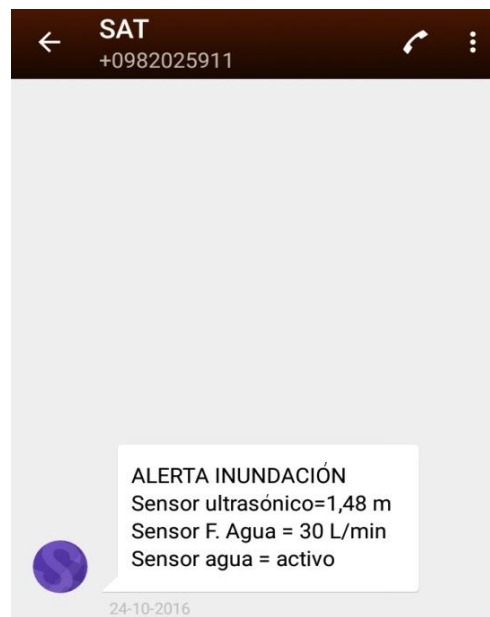


Figura 23-3: Mensaje de alerta a supervisor

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

Al momento de todas las alertas estén atendidas se mostrara en la pantalla el siguiente mensaje que permanecerá así mientras no exista ninguna alarma con las mediciones de los sensores, como se muestra en la Figura 24-3.



Figura 24-3: Resultado de alarma atendida

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

3.3. Estabilidad del Sistema

Con el uso de un software de estadística se calculó la media, desviación estándar y el coeficiente de variación. Con los datos obtenidos en pruebas de laboratorio se determinó la precisión del sistema. En la tabla 4-3 se indica ocho mediciones en circunstancias normales.

Tabla 4-3: Repetitividad de los sensores en circunstancias normales

Muestra	MEDIDA SENSOR ULTRASÓNICO (148 cm)	MEDIDA SENSOR DE FLUJO DE AGUA (1,55 L/min)
1	141	1,4
2	145	1,43
3	148	1,5
4	148	1,57
5	149	1,54
6	148	1,51
7	147	1,6
8	148	1,64
Media	146,75	1,52
Desviación estándar	2,60	0,08
Coeficiente de Variación	1,78	5,35

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

El resultado demostró que el sensor ultrasónico tiene una variación de valores del 1,78%, en el caso del sensor de flujo de agua tiene una variación del 5,35%, estos valores están acorde a los requerimientos del diseño.

En la tabla 5-3 se indica las mediciones en otras circunstancias.

Tabla 5-3: Repetitividad de los sensores en otras circunstancias.

Muestra	MEDIDA (120 cm)	MEDIDA (64 L/min)
1	119	36
2	119	38
3	120	34
4	120	39
5	120	34
6	121	36
7	121	34
8	122	37
Media	120,25	36,00
Desviación estándar	1,04	1,93
Coeficiente de Variación	0,86	5,35

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

El resultado demostró que el sensor ultrasónico tiene una variación de valores del 0,86%, en el caso del sensor de flujo de agua tiene una variación del 5,35%, estos valores están acorde a los requerimientos del diseño.

En la tabla 6-3 se indica las mediciones en circunstancias extremas.

Tabla 6-3: Repetitividad de los sensores en circunstancias extremas.

Muestra	MEDIDA (70 cm)	MEDIDA (88 L/min)
1	70	79
2	69	88
3	70	87
4	69	80
5	69	88
6	70	86
7	71	88
8	69	90
Media	69,63	85,75
Desviación estándar	0,74	4,03
Coeficiente de Variación	1,07	4,70

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

El resultado demostró que el sensor ultrasónico tiene una variación de valores del 1,07%, en el caso del sensor de flujo de agua tiene una variación del 4,70%, estos valores están acorde a los requerimientos del diseño.

Según DANE (2008, pág. 5) y con las tres tablas anteriores se puede verificar que el sistema presenta un nivel de variabilidad hasta 7%, por ende se considera un sistema preciso y estable.

3.4. Histórico del sistema

Al realizar las pruebas en un tiempo de 15 días y recopilar la información de los datos enviados por el módulo de supervisión, se generó un histórico que consta de la fecha, hora y medida del sensor ultrasónico y de flujo de agua.

Tabla 7-3: Base de datos

FECHA	HORA	ULTRASÓNICO (Cm)	FLUJO DE AGUA (L/min)
05/07/2016	10:09:25	53	56
06/07/2016	08:13:48	54	56
07/07/2016	11:22:50	59	56
08/07/2016	16:25:18	60	40
09/07/2016	20:19:04	61	56
10/07/2016	06:45:59	63	48
11/07/2016	00:05:37	67	64
12/07/2016	10:02:15	72	56
13/07/2016	14:39:10	77	48
14/07/2016	19:38:45	85	56
15/07/2016	12:22:02	86	56
16/07/2016	17:13:29	88	56
17/07/2016	13:50:46	88	56
18/07/2016	09:01:34	88	56
19/07/2016	18:05:58	89	48

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

3.5. Análisis de Costos

Para la realización del sistema electrónico se usaron los siguientes dispositivos que se detallan a continuación con sus respectivos precios, tal como muestra la tabla 8-3.

Tabla 8-3: Costos

ITEM	Descripción	Cantidad	V. Unitario	P. Total
1	Arduino UNO	2	16,071	32,14
2	GSM SIM900	2	60,71	121,43
3	Sensor de nivel de agua	1	4,464	4,46
4	LCD 16x2	1	4,46	4,46
5	Módulo LCD I2C	1	4,018	4,02
6	Sensor de flujo de agua	1	15,179	15,18
7	Sensor Ultrasónico	1	4,018	4,02
8	Regulador de Voltaje	2	17,86	35,72
9	Baterías 12 VDC	2	18,75	37,5
10	Fuente de poder	2	15,18	30,36
11	Gabinete 30x30	1	12,9464	12,95
12	Gabinete 30x20x15	1	18,3096	18,31
13	Toma de corriente	2	0,6947	1,39
14	Sirena	1	11,4474	11,45
15	Relé 12v	1	1	1
16	CHIP CLARO	1	3	3
17	CHIP CNT	1	3	3
SUBTOTAL				340,39
IVA 14 %				47,65
TOTAL				388,04

Realizado por: Proaño J. y Suarez M., 2016

Se puede denotar que la implementación del sistema está valorado en 388,04 dólares que en relación a los gastos promedios anuales mencionados en el capítulo I, equivale al 3,88% del total de gastos anuales.

Cabe indicar que GSM SIM900 posee un valor elevado en comparación a los demás dispositivos usados y las dos tarjetas compradas, corresponde al 31,29% del total invertido, tomándose en cuenta que en la actualidad existen en el mercado tarjetas más económicas y de similares características.

La inserción de un nuevo módulo de supervisión tiene un costo de 192,50 dólares, incluye el IVA del 14%.

CONCLUSIONES

Al realizar el estudio de parámetros entre las comunicaciones inalámbricas se determinó que debido a las condiciones del terreno y factores naturales la mejor tecnología para realizar la conexión entre módulos es GSM, ya que posee una cobertura de 96,58%.

El sistema se diseñó es escalable, modular, configurable, transportable, económico, flexible, comunicación inalámbrica estable, de fácil instalación y mantenimiento con una sustentabilidad energética de aproximadamente dos horas.

Con la realización de pruebas se obtuvo el coeficiente de variación de 7%, el mismo indicó que el sistema es preciso.

La supervisión del sistema es sencillo pues consta de una página web en la que se mostrara la información de los sensores de flujo de agua y ultrasónico, la misma que podrá ser utilizada para estudios posteriores, posibles predicciones y modelamiento matemático.

Al evaluar el sistema en el Rio Cristal, Parroquia Valle Hermoso, Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas se demostró que los valores captados poseen un margen máximo de error de $\pm 0,03$, siendo estos datos fiables en el sistema.

RECOMENDACIONES

Se recomienda la inserción de más módulos de supervisión a diferentes distancias, así ayudará a tener mayor información de los eventos.

Se prevé que para implementaciones futuras se utilice sensores que permitan la medición de la presión, el cambio de coloración del agua.

El uso de otras formas de alerta puede ayudar a la mejora de simulacros y evacuaciones a los habitantes.

Ubicar puntos de visualización y alarma en los hogares que se encuentren alejados de la cabecera cantonal les ayudara a evacuar en el momento oportuno.

Se recomienda que para trabajos futuros se tenga en cuenta la sustentabilidad de energía con paneles solares y la inserción de cámaras web para tener visión real para cuando suceda algún evento y para que la supervisión sea más efectiva.

BIBLIOGRAFÍA

ARDUINO. *Arduino - ArduinoBoardUno*. [En línea] [Consulta: 2016-03-28]. Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>.

BANEADO ADSENSE. *Web Hosting gratis en español (Eshost.es)* [blog]. [Consulta: 2016-03-28]. Disponible en: <http://www.mebanearondeadsense.com/web-hosting-gratis-en-espanol-eshost-es/>.

BOLIVAR, M. *GSM* [En línea]. [Consulta: 2016-06-18]. Disponible en: [http://www.oocities.org/es/jjcaicedop/rc/RC_GSM_TrabajoFinal.htm#III.-Ventajas y Desventajas en el uso de la Tecnología GSM](http://www.oocities.org/es/jjcaicedop/rc/RC_GSM_TrabajoFinal.htm#III.-Ventajas_y_Desventajas_en_el_uso_de_la_Tecnología_GSM).

CHALKERS. *The Absolute Beginner's Guide to Arduin* [En línea]. [Consulta: 2016-10-04]. Disponible en: <http://forefront.io/a/beginners-guide-to-arduino/index.html>.

COMERCIO, E. *El desbordamiento del río Pove provocó nuevas inundaciones en Santo Domingo* [En línea]. [Consulta: 2016-10-04]. Disponible en: <http://www.elcomercio.com/actualidad/desbordamiento-rio-pove-provoco-inundaciones.html>.

DANE. *Estimación e interpretación del coeficiente de variación de la encuesta concenal* [En línea]. 2008. pp. 5. [Consulta: 2016-10-23]. Disponible en: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/censo/est_interp_coefvariacion.pdf

DE PROYECTO, P. AND C. D. C. RICA. *Sistema de alerta temprana* [En línea]. 2004. pp. 16-20. [Consulta: 2016-10-09]. Disponible en: <https://www.cne.go.cr/CEDO-CRID/CEDO-CRID%20v2.0/CEDO/pdf/spa/doc12117/doc12117-d.pdf>.

EBAY. *Sirena de 110V* [En línea]. 2009. [Consulta: 2016-10-09]. Disponible en: <http://www.ebay.es/itm/Industrial-AC-110V-120dB-MS-190-Alarm-Sound-Motor-High-Power-Buzzer-Siren-/251782970545>

ELECTRONILAB. *Sensor de Distancia de Ultrasonido HC-SR04 - Electronilab* [En línea]. [Consulta: 2016-10-09]. Disponible en: <http://electronilab.co/tienda/sensor-de-distancia-de-ultrasonido-hc-sr04/>.

ELECTRONILAB. *Sensor De Flujo De Agua G1/2 1 a 30L/min - Electronilab* [En línea]. [Consulta: 2016-06-15]. Disponible en: <http://electronilab.co/tienda/sensor-de-flujo-de-agua-g12-1-30lmin/>.

FORUM, A. *SIM900 G. PRS/GSM Shield Board Quad-Band Kit For Arduino* [En línea]. [Consulta: 2016-10-04]. Disponible en: <http://forum.arduino.cc/index.php?topic=313506.0>.

GEEETECH. *Arduino GPRS Shield - Geeetech Wiki* [En línea]. 2001. [Consulta: 2016-04-16]. Disponible en: http://www.geeetech.com/wiki/index.php/Arduino_GPRS_Shield.

GLISIC, S. G. *Advanced Wireless Communications and Internet: Future Evolving Technologies (3)* [En line]. Estados Unidos, Wiley. 2011. pp. 70-90. [Consulta 2016-08-18]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/unianec/docDetail.action?docID=10484710>.

INTERGRAPHICDESIGNS.COM. *Implementación del Sistema de Alerta Temprana Comunitario / Sistematización de Herramientas de Gestión de Riesgo de Desastres* [En línea]. 2000. [Consulta: 2016-06-19]. Disponible en: <http://herramientas.cridlac.org/www/content/implementaci-n-del-sistema-de-alerta-temprana-comunitario>.

INTPLUS. *SRF05 Sensor de distancias ultrasonidos simple* [En línea]. 2000. [Consulta 2016-08-18]. Disponible en: <http://www.superrobotica.com/s320111.htm>.

KEIP, K., S. MORA CASTRO AND P. BASTIDAS. *Gestión de riesgo de amenazas naturales en proyectos de desarrollo* [En línea]. 2005. [Consulta: 2016-07-20]. Disponible en: http://eird.org/cd/toolkit08/material/proteccion-infraestructura/gestion_de_riesgo_de_amenaza/?C=N;O=D.

MINTEL AND ARCOTEL. *Servicio Móvil Avanzado - Boletín Estadístico del Sector de Telecomunicaciones* [En línea]. 2014. [Consulta: 2016-07-20]. Disponible en: <http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/12/BOLETIN-No.1-SMA.pdf>.

ONU/EIRD. *Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres* [En línea]. 2000. pp. 80-90. [Consulta: 2016-07-03]. Disponible en: <http://eird.org/vivir-con-el-riesgo/capitulos/ch5-section5.pdf>.

PRASAD, R. AND M. RUGGIERI. *Technology Trends in Wireless Communications* [En línea]. Norwood: Artech House Books, 2003. pp. 70-85. [Consulta: 2016-07-20]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/unianec/docDetail.action?docID=10081943>.

RIESGOS, S. D. G. D. *Alluriquin participa en simulacro de evacuación por inundación* [En línea]. Ecuador. [Consulta: 2016-08-30]. Disponible en: <http://www.gestionderiesgos.gob.ec/alluriquin-participa-en-simulacro-de-evacuacion-por-inundacion/>.

RIVAS, M. *Características interesantes de Dreamweaver* [blog]. [Consulta: 2016-03-28]. Disponible en: <http://www.vidamrr.com/2010/04/5-caracteristicas-interesantes-del.html>

RUBEN A. *"¿Qué es y para qué sirve el dominio de tu página web?"* [En línea]. España. [Consulta: 2016-08-30]. Disponible en: <http://computerhoy.com/noticias/internet/que-es-que-sirve-dominio-tu-pagina-web-22007>

SALAS, J. *LCD16X2* [blog]. 2013. [Consulta: 2016-03-28]. Disponible en: <http://todoelectrodo.blogspot.com/2013/02/lcd-16x2.html>

SCOOPNEST. *Alluriquín (santo domingo) sufre grave inundación por desbordamiento de río damas - scoopnest.com* [En línea]. Ecuador. [Consulta: 2016-09-01]. Disponible en: http://www.scoopnest.com/es/user/el_telegrafo/724939259644354561.

SECOALARM. *Power Supply/Charger, 1.5A Continuous, 2A Peak* [En línea]. [Consulta: 2016-05-09]. Disponible en: <http://www.seco-larm.com/ST-2406-2AQ>.

SIMCOM. *SIM900 AT Command Manual* [En línea]. 2010. pp. 50-60. [Consulta: 2016-07-10]. Disponible en: http://www.espruino.com/datasheets/SIM900_AT.pdf.

TACURI FERNÁNDEZ, M. F. *Diseño e Implementación de un Sistema de Monitorización y Alerta Temprana para la Escuela de Ingeniería Electrónica* [En línea] (Tesis). (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica, Riobamba, Ecuador. 2011. pp. 20-35. [Consulta: 2016-04-20]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/957>.

TELLO, R. J. M. G. *Diseño e implementación de un Sistema de Alerta Temprana ante desborde de ríos utilizando la Red GSM* [En línea] (Tesis). (Pregrado). Lima, Perú. 2011. pp. 15-40. [Consulta: 2016-04-25]. Disponible en:

<http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/2659>.

TRANter, W. H. *Wireless Personal Communications* [En línea]. Hingham: Kluwer Academic Publishers, 2000. pp. 9-36, pp. 100-150. [Consulta: 2016-07-14]. Disponible en:

<http://site.ebrary.com/lib/unianec/docDetail.action?docID=10048372>.

UNESCO. *Manual sobre Sistemas de Alerta Temprana* [En línea]. Colon, Panamá. 2011. pp. 39-45. [Consulta: 2016-07-15]. Disponible en:

<http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/San-Jose/pdf/Panama%20MANUAL%20INFORMATIVO.pdf>.

UNIVERSO, E. L. *Desbordamiento de río en Santo Domingo alcanzó al menos 2 metros de altura - Ecuador - Noticias / El Universo. In.*, 2016a. [En línea]. Ecuador. 2016. [Consulta: 2016-09-01]. Disponible en: <http://www.eluniverso.com/noticias/2016/04/26/nota/5546316/dos-personas-fallecieron-desbordamiento-rio-damas-parroquia>.

UNIVERSO, E. L. *Intensa lluvia provoca desbordamiento del río Pove en Santo Domingo - Ecuador - Noticias / El Universo. In.*, 2016b. Ecuador. 2016. [Consulta: 2016-09-01]. Disponible en: <http://www.eluniverso.com/noticias/2016/05/08/nota/5570013/intensa-lluvia-provoca-desbordamiento-rio-pove-santo-domingo>.

ANEXOS

Anexo A

Encuesta para estudio de factibilidad



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES Y REDES
TRABAJO DE TITULACIÓN



Encuesta para determinar qué tan importante es un SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA PARA INUNDACIONES.

Nombre: _____

1. PROBLEMAS QUE MÁS LE AFECTAN:
 - a. Deslaves
 - b. Inundaciones
 - c. Lluvias prolongadas
 - d. Otros
 2. HA SIDO AFECTADO POR UNA INUNDACIÓN O CRECIENTE DE AGUA EN SU BARRIO:
 - a. Si
 - b. No
 3. QUE TAN PREOCUPADO ESTA USTED SOBRE LA POSIBILIDAD DE QUE LA COMUNIDAD SE VEA AFECTADA POR INUNDACIONES:
 - a. Extremadamente preocupado
 - b. Preocupado
 - c. Nada preocupado
 4. ESTÁ SU PROPIEDAD UBICADA EN UNA ZONA DE INUNDACIÓN:
 - a. Si
 - b. No
 5. A PERDIDO ALGÚN BIEN O FAMILIAR POR ESTE FENÓMENO NATURAL:
 - a. Si ¿Cuántos? _____
 - b. No
 6. EN SU HOGAR EXISTEN PERSONAS CON DISCAPACIDAD: SI ____ NO ____ ¿Cuántas? _____
 7. HA REALIZADO SIMULACROS EN CASO DE QUE SE DIERA UNA INUNDACIÓN:
 - a. Si
 - b. No
 8. EXISTE ALGÚN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA PARA INUNDACIONES:
 - a. Si
 - b. No
 9. POR QUÉ CREE QUE ES NECESARIO UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA PARA INUNDACIONES
 - a. Salvaguardar vidas
 - b. Evitar daños materiales
 - c. Otro
 10. ESTÁ DE ACUERDO QUE LAS AUTORIDADES PARROQUIALES IMPLEMENTEN UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE ALERTA TEMPRANA PARA INUNDACIONES:
 - a. Si
 - b. No ¿Por qué? _____
-



Tech Support: services@elecfreaks.com

Ultrasonic Ranging Module HC - SR04

Product features:

Ultrasonic ranging module HC - SR04 provides 2cm - 400cm non-contact measurement function, the ranging accuracy can reach to 3mm. The modules includes ultrasonic transmitters, receiver and control circuit. The basic principle of work:

- (1) Using IO trigger for at least 10us high level signal,
 - (2) The Module automatically sends eight 40 kHz and detect whether there is a pulse signal back.
 - (3) IF the signal back, through high level , time of high output IO duration is the time from sending ultrasonic to returning.
- Test distance = (high level time × velocity of sound (340M/S)) / 2.

Wire connecting direct as following:

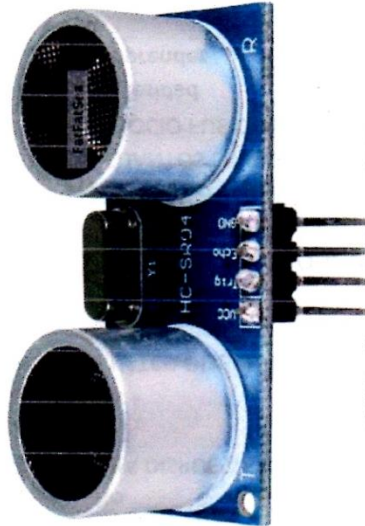
- 5V Supply
- Trigger Pulse Input
- Echo Pulse Output
- 0V Ground

Electric Parameter

Working Voltage	DC 5V
Working Current	15mA
Working Frequency	40Hz
Max Range	4m
Min Range	2cm
Measuring Angle	15 degree
Trigger Input Signal	10us TTL pulse
Echo Output Signal	Input TTL lever signal and the range in proportion
Dimension	45*20*15mm

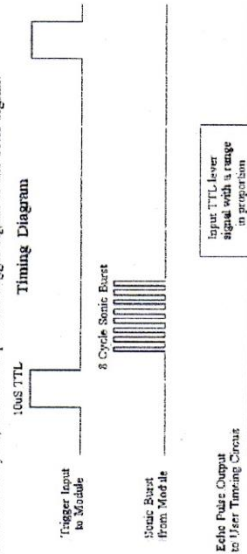
Anexo B

Características sensor ultrasónico HC-SR04



Timing diagram

The Timing diagram is shown below. You only need to supply a short 10us pulse to the trigger input to start the ranging, and then the module will send out an 8 cycle burst of ultrasound at 40 kHz and raise its echo. The Echo is a distance object that is pulse width and the range in proportion. You can calculate the range through the time interval between sending trigger signal and receiving echo signal. Formula: $\mu S / 58 = \text{centimeters}$ or $\mu S / 148 = \text{inch}$, or: the range = high level time * velocity (340M/S) / 2. we suggest to use over 60ms measurement cycle, in order to prevent trigger signal to the echo signal.



Anexo C

Características sensor de nivel de agua K-0135



产品手册

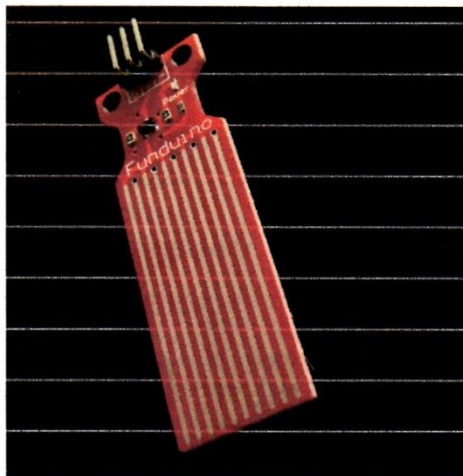
[Http://keyes-arduino.taobao.com](http://keyes-arduino.taobao.com)



产品手册

[Http://keyes-arduino.taobao.com](http://keyes-arduino.taobao.com)

Water Sensor Module User's Manual



I. Notice

(1) did not carefully read the instructions before you do not give the driver board is powered !
Avoid faulty wiring caused permanent damage to the drive plate .

(2) Please carefully check pin function , a attention condensed identifier , correct wiring ! Do not reverse the power cord , resulting in Electronic devices burned .

2. the product introduction

2013 latest Water Sensor is a Easy to use, compact and lightweight , high cost of water , droplets identification and detection sensors. This sensor is working. The principle is to measure the size of the trace amount of water droplets through the line with a series of parallel wires exposed . And domestic and foreign Products compared not only small , powerful, and cleverly designed with the following features : First, the amount of water to simulate Conversion ; Second, plasticity , based on the sensor output analog values ; Third, low power consumption , high sensitivity ; Fourth, can Directly connected to a microprocessor or other logic circuitry , and the controller board for a variety of , for example : ArduinoController , STC microcontroller , AVR microcontroller and so on.

3. the specification parameters

- 1 Product Name: water level sensor
- 2 Item : K-0135
- 3 Operating voltage : DC5V
- 4 Working current : less than 20mA
- 5 Sensor Type : Analog
- 6 detection area : 40mm x16mm
- 7 Production process : FR4 double-sided HASL
- 8 mounting hole size : 3.0mm
- 9 user-friendly design : half-moon-slip handle depression
- 10 Working temperature : 10 ℃-30 ℃
- 11 Operating Humidity : 10% ~ 90 % non -condensing
- 12 Weight : 3g
- 13 Product Dimensions : 65mm x 20mm x 8mm

4., the test Water Sensor Module

We use the Arduino controller to be tested , need to use hardware devices as follows :

1. Arduino controller x 1
 2. Arduino sensor expansion board x 1
 3. Water Sensor Module x 1
 4. 3P sensor cable x 2
 5. IR & LED Module (red) x 1
 6. USB data communication cable x 1
- Water Sensor DuPont line will be connected to the Arduino sensor expansion board interface A1. The use of sensors
The red line will be connected to the Arduino piranha light sensor expansion board D8. After completing the hardware connection , the code is compiled After downloading the Arduino inside .

Características sensor de flujo de agua YF-S201

Anexo F

Código de Módulo de supervisión

```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial(0, 1);
String valor = "";
String val = "";
int valor1 = 100;
long valor2 = 200;
int pin= 4;
int echoPin=13; // Pin Echo
int trigPin=12; // Pin Trigger
int maximo_rango = 250; //cm
int minimo_rango = 5; // cm
long duracion, distancia;
const int sensor=2;
int litros_Hora;
volatile int pulsos = 0;
unsigned long tiempoAnterior = 0;
unsigned long pulsos_Acumulados = 0;
float litros;
void flujo(){
    pulsos++;
}
void setup() {
    // put your setup code here, to run once:
    mySerial.begin(19200);
    delay(7000);
    //Serial.begin(19200);
    intro();
    delay(2000);
    Gprs();
    FTP();
    pinMode(4,INPUT);
    pinMode(trigPin, OUTPUT);
    pinMode(echoPin, INPUT);
    pinMode(sensor, INPUT_PULLUP);
```

```

interrupts();
attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(sensor),flujo, RISING);
tiempoAnterior = millis();
}
void loop() {
    // put your main code here, to run repeatedly:
    int lectura = digitalRead(4);
    if(lectura==1){
        Serial.println("Mojado");
        delay(1000);
        Llamada();
    }
    else{
        Serial.println("Seco");
        delay(1000);
    }
    delay(2000);
    distancia=obtener_distancia();
    if (distancia >= maximo_rango || distancia <= minimo_rango) {
        Serial.println("apagado");
    }
    else {
        Serial.println(distancia);
    }
    delay(150);
    if (millis() - tiempoAnterior > 1000){
        tiempoAnterior = millis();
        pulsos_Acumulados += pulsos;
        litros_Hora = (pulsos * 60 / 7.5);
        litros = pulsos_Acumulados*1.0/450;
        pulsos=0;
        Serial.println(litros_Hora);
    }
    valor1 = litros_Hora;
    valor2=distancia;
    valor= "";
    valor += (valor1);

```



```

valor += ':';
valor += ':';
valor += ':';
valor += ':';
valor += ':';
if ((distancia > 125 and distancia <= 150) or (litros_Hora > 5 and litros_Hora <= 13))
{
    SubirNube();
    Serial.println("CONDICIONES NORMALES");
    delay(1000);
}
else
{
    if ((distancia > 75 and distancia <= 125) or (litros_Hora > 13 and litros_Hora <= 20))
    {
        if (lectura = 1 )
        {
            Llamada();
            delay (1000);
            Serial.println("PRECAUCIÓN");
            delay(1000);
            SubirNube();
        }
        else
        {
            SubirNube();
        }
    }
    else
    {
        if ((distancia > 50 and distancia <= 75) or (litros_Hora > 20 and litros_Hora <= 25))
        {
            Llamada();
            delay(1000);
            SubirNube();
            delay(1000);
            Serial.println ("PELIGRO INUNDACIÓN");
        }
    }
}

```

```

        delay(1000);
    }
}
}
}

long obtener_distancia(void){
    digitalWrite(trigPin, LOW);
    delay(100);
    digitalWrite(trigPin, HIGH);
    delay(200);
    digitalWrite(trigPin, LOW);
    duracion = pulseIn(echoPin, HIGH);
    distancia = duracion/58.2;
    return(distancia);
}

void Llamada(){
    mySerial.println("ATD 0988638815;");
    delay(100);
    mySerial.println();
    delay(30000);
    mySerial.println("ATH");
}

void Gprs() {
    mySerial.println("AT");
    delay(100);
    mySerial.println();
    delay(2500);
    mySerial.println("AT+CPIN?");
    delay(100);
    mySerial.println();
    delay(2500);

    mySerial.println("AT+CFUN?");
    delay(100);
    mySerial.println();
    delay(2500);
    mySerial.println("AT+CCALR?");
}

```



```

delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
mySerial.println("AT+CIPSHUT");
delay(100);
mySerial.println();
delay(10000);
mySerial.println("AT+CGATT=0");
delay(100);
mySerial.println();
delay(10000);
mySerial.println("AT+CGATT=1");
delay(100);
mySerial.println();
delay(10000);

mySerial.println("AT+CSQ");
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
mySerial.println("AT+CREG?");
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
mySerial.println("AT+CSTT?");
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
mySerial.println("AT+SAPBR=3,1,\"CONTYPE\",\"GPRS\");//setting the SAPBR, the
connection type
//is using gprs
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
mySerial.println("AT+SAPBR=3,1,\"APN\",\"internet3gsp.alegro.net.ec\");//setting the APN,
the second
//need you fill in your local apn server

```

```

delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
mySerial.println("AT+SAPBR=3,1,\"USER\\\",\\\"\\\"");//
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
mySerial.println("AT+SAPBR=3,1,\"PWD\\\",\\\"\\\"");//setting the APN, the second need you fill
in
//your local apn server
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
mySerial.println("AT+SAPBR=1,1");//
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
mySerial.println("AT+CSTT=\"internet3gsp.alegro.net.ec\\\",\\\"\\\",\\\"\\\"");//
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
mySerial.println("AT+CIPSRIP=1");
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
mySerial.println("AT+CIICR");
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
mySerial.println("AT+CIFSR");// read the IP
delay(100);
mySerial.println();
delay(5000);
}

void FTP() {
mySerial.println("AT+FTPCID=1");//

```

```
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
//Tipo de Sesión FTP
mySerial.println("AT+FTPTYPE=\"A\""); //
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
//Direccion del Servidor FTP
mySerial.println("AT+FTPSERV=\"ftp.eshost.com.ar\""); //
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
//Puerto FTP
mySerial.println("AT+FTPPORT=21"); //
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
//Usuario FTP
mySerial.println("AT+FTPUN=\"eshos_18363159\""); //
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
//Password FTP
mySerial.println("AT+FTPPW=\"marito\""); //
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
//Nombre del fichero
mySerial.println("AT+FTPPUTNAME=\"senagua.txt\""); //
delay(100);
delay(2500);
//Directorio
mySerial.println("AT+FTPPUTPATH=\"/htdocs\""); //
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
```

```

}
void SubirNube() {
    //Iniciando la sesion
    mySerial.println("AT+FTPPUT=1"); //
    delay(9000);
    mySerial.println();
    delay(500);
    //Definiendo numero bytes de datos a subir. Cada byte corresponde a un caracter sea este
    "A","5",".",", "-"
    mySerial.println("AT+FTPPUT=2,40");
    delay(9000);
    //Subiendo datos a FTP
    mySerial.println(valor); //
    delay(20000);
    //Cierra Sesion FTP
    mySerial.println("AT+FTPPUT=2,0"); //
    delay(9000);
    mySerial.println();
    //Tiempo de muestreo
    delay(90000);
}
void intro(){
    mySerial.println("BIENVENIDO AL SAT VALLE HERMOSO ");
    mySerial.println("...MÓDULO SUPERVISIÓN... ");
}

```

Anexo G

Código de Módulo Central

```
#include <Wire.h>
#include <LCD.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <SoftwareSerial.h>
char inchar;
const int myRelee = 2;
int numring=0;
int comring=4;
int onoff=0; // 0 = off, 1 = on
#define I2C_ADDR 0x27
LiquidCrystal_I2C      lcd (I2C_ADDR, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7);
SoftwareSerial mySerial (7,8);
void setup() {
  mySerial.begin(19200);
  delay(1000);
  Serial.begin(19200);
  pinMode(myRelee, OUTPUT);
  lcd.begin (16,2); // Inicializar el display con 16 caracteres 2 lineas
  lcd.setBacklightPin(3,POSITIVE);
  lcd.setBacklight(HIGH);
  lcd.home ();      // go home
  lcd.print("SISTEMA D ALERTA");
  lcd.setCursor ( 0, 1 );    // go to the 2nd line
  lcd.print("-VALLE HERMOSO-");
}
void doSomething(){
  if (onoff==0){
    onoff=1;
    digitalWrite(myRelee, HIGH);
    Serial.println("D2 high ");
  }
  else
    if (onoff==1){
      onoff=0;
```

```

    digitalWrite(myRelee, LOW);
    Serial.println("D2 low");
    mySerial.print("AT+CMGF=1\r");
    delay(100);
    mySerial.println("AT + CMGS = \"0997417464\"");
    delay(100);
    mySerial.println("SAT VALLE HERMOSO R-C");
    delay(100);
    mySerial.println((char)26);
    delay(200);
    mySerial.print("AT+CMGF=1\r");
    delay(100);
    mySerial.println("AT + CMGS = \"0997417464\"");
    delay(100);
    mySerial.println("ALERTA INUNDACION ");
    mySerial.println("Sensor ultrasonico = \"distancia\" \" m");
    mySerial.println("Sensor F.agua = \"litros_Hora\" \" L/min");
    mySerial.println("Sensor agua = activo");
    delay(100);
    mySerial.println((char)26);
    delay(200);
    lcd.clear();
    lcd.home ();           // go home
    lcd.print("ALERTA");
    lcd.setCursor ( 0, 1 );   // go to the 2nd line
    lcd.print("INUNDACION");
    }
}

void loop(){
    if(mySerial.available() >0)
    {
        inchar=mySerial.read();
        if (inchar=='R')
        {
            delay(10);
            inchar=mySerial.read();
            if (inchar=='I')

```

```

{
  delay(10);
  inchar=mySerial.read();
  if (inchar=='N'){
    delay(10);
    inchar=mySerial.read();
    if (inchar=='G'){
      delay(10);
      // So the phone (our GSM shield) has 'rung' once, i.e. if it were a real phone
      // it would have sounded 'ring-ring' or 'blurrrrr' or whatever one cycle of your ring tone is
      numring++;
      Serial.println("ring!");
      if (numring==comring){
        numring=0; // reset ring counter
        doSomething();
        delay(2000);
      }
    }
  }
}
}
}
}
}
}
}

```